



**FACULTAD DE POSTGRADO**

**TESIS DE POSTGRADO**

**ANÁLISIS DE PRE-FACTIBILIDAD E IMPLEMENTACIÓN DE  
LAS NORMAS LEED EN LA TIPOLOGÍA DE EDIFICIOS DE  
APARTAMENTOS EN TEGUCIGALPA.**

**SUSTENTADO POR:**

**CARMEN ALEJANDRA CÁCERES**

**EVA CAROLINA REYES**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE MÁSTER EN  
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**TEGUCIGALPA, F.M. HONDURAS, C.A.**

**ENERO, 2017**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA  
UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR:**

**MARLON BREVÉ REYES**

**SECRETARIO GENERAL:**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO:**

**JOSÉ ARNOLDO SERMEÑO LIMA**

**ANÁLISIS DE PRE-FACTIBILIDAD E IMPLEMENTACIÓN DE  
LAS NORMAS LEED EN LA TIPOLOGÍA DE EDIFICIOS DE  
APARTAMENTOS EN TEGUCIGALPA.**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE**

**MÁSTER EN  
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**ASESOR:  
MIGUEL DUBÓN**

**MIEMBROS DE LA TERNA (O COMISIÓN EVALUADORA):**

**EDWIN ARAQUE  
DANIEL BENAVIDES  
MARIO GALLO**



## FACULTAD DE POSTGRADO

# ANÁLISIS DE PRE-FACTIBILIDAD E IMPLEMENTACIÓN DE LAS NORMAS LEED EN LA TIPOLOGÍA DE EDIFICIOS DE APARTAMENTOS EN TEGUCIGALPA.

### AUTORES:

CARMEN ALEJANDRA CÁCERES Y EVA CAROLINA REYES

### RESUMEN

El propósito del proyecto se basó en realizar un estudio que permita determinar la pre factibilidad de un edificio de apartamentos ubicado en la ciudad de Tegucigalpa, que implemente tecnologías sostenibles a fin de poder optar a una certificación Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). La presente investigación se realizó a través de un proceso metodológico cuantitativo, con la aplicación de entrevistas, encuestas y determinando los costos de implementar tecnologías sostenibles a esta tipología de edificios en 5 categorías específicas: eficiencia y manejo de la energía, eficiencia y manejo del agua, calidad del ambiente interior, materiales y recursos y ubicación y transporte. Los resultados reflejaron que el costo del m<sup>2</sup> de un apartamento con este tipo de tecnologías es de \$990.00, lo cual representa un 6% más del costo de los apartamentos que actualmente se encuentran en el mercado y que tienen pocas o ninguna característica en cuanto a sostenibilidad se refiere. Se recomienda optar a la certificación plata la cual requiere un mínimo de 49 puntos y es el tipo de certificación más accesible.

**Palabras clave:** eficiencia energética, LEED, pre factibilidad, sostenibilidad, tecnologías sostenibles.



## **GRADUATE SCHOOL**

# **PRE-FEASIBILITY ANALYSIS AND IMPLEMENTATION OF THE LEED STANDARDS IN THE TYPE OF APARTMENT BUILDINGS IN TEGUCIGALPA**

## **AUTHORS:**

**CARMEN ALEJANDRA CÁCERES AND EVA CAROLINA REYES**

## **ABSTRACT**

The purpose of the Project is based on a study to determine the prefeasibility of an apartment building to be built in the city of Tegucigalpa, which implements sustainable technologies in order to be able to apply and get a Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) certification. This investigation is conducted through a quantitative methodological process, which requires the application of interviews, surveys and cost analysis of implementing sustainable technologies to this type of buildings in five specific categories: energy efficiency, water efficiency, indoor environment quality, materials and resources, and an integrative process of all four elements mentioned before. The results revealed that the cost of the square meter of an apartment with this type of technologies is \$990 which represents a 6% more of the cost of apartments currently found in the market, and these have few or none characteristics in terms of sustainability. It is advisable to apply for the silver certification which requires a minimum of forty-nine (49) points and is the most accessible type of certification.

**Key Words:** energy efficiency, LEED, pre-feasibility, sustainability, sustainable technologies.

## **DEDICATORIA**

El siguiente proyecto de investigación está dedicado a Dios en primer lugar, por brindarme la oportunidad de cursar mis estudios de postgrado; a mi familia, sobre todos a mis padres por darme su apoyo y motivarme a superarme de manera profesional, a mis abuelos hasta el cielo que fueron mi principal fuente de inspiración, a mi novio que me brindó su apoyo en todo momento y mis compañeros de clase que fueron un apoyo incondicional.

**Carmen Alejandra Cáceres Zapata**

A Dios brindarme la oportunidad de culminar una etapa más de mi vida profesional, por guiarme y darme la fortaleza necesaria para concluirla exitosamente. A mi papá y mi abuela por brindarme siempre su apoyo incondicional, por ser el mejor ejemplo de honestidad y superación que he tenido en mi vida. A mi esposo, mis hijos, toda mi familia y amigos que me han apoyado, comprendido y sacrificado su tiempo para permitirme cumplir con los compromisos adquiridos para concluir esta meta.

**Eva Carolina Reyes**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a nuestros jefes por la oportunidad de brindarnos permisos especiales cuando los estudios lo requerían, a nuestros compañeros de trabajo que nos brindaron sus conocimientos siempre que los necesitamos. Al ing. Gustavo Lanza por asesorarnos en el tema de costos de construcción.

Al personal docente que estuvo con nosotros para la culminación de este proyecto que comenzamos hace dos años y a nuestro asesor metodológico Lic. Miguel Dubón por su guía y apoyo en el trabajo de tesis. Agradecemos a la Universidad Tecnológica Centroamericana, por abrirnos las puertas para cursar nuestros estudios a nivel de postgrado.

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA .....	3
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.5 JUSTIFICACIÓN .....	5
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	6
2.1.1 EDIFICIOS DE APARTAMENTOS EN TEGUCIGALPA .....	6
2.1.2 PANORAMA ACTUAL DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN .....	6
2.1.2.1 ECOVIVIENDA .....	7
2.1.2.2 GREEN TOWER .....	9
2.2 TEORÍAS DE SUSTENTO.....	11
2.2.1 ARQUITECTURA Y DESARROLLO SOSTENIBLE .....	11
2.2.1.1 PRINCIPIOS APLICABLES A UN PROYECTO ARQUITECTÓNICO SOSTENIBLE.....	12
2.2.2 EDIFICIOS DE APARTAMENTOS .....	16
2.3 NORMAS Y CERTIFICACIÓN LEED.....	17
2.3.1 LEED EN EL MUNDO.....	18
2.3.2 NORMAS LEED EN HONDURAS.....	24



2.3.3 REQUISITOS PARA LA CERTIFICACIÓN LEED.....	25
2.3.4 CRITERIOS PARA LA CERTIFICACIÓN LEED DEL PROYECTO. ....	27
2.3.4.1. UBICACIÓN Y TRANSPORTE.....	27
2.3.4.2 SITIO SOSTENIBLE.....	28
2.3.4.3 USO EFICIENTE DEL AGUA .....	30
2.3.4.4 ENERGÍA Y ATMOSFERA .....	31
2.3.4.5. MATERIALES Y RECURSOS .....	32
2.3.4.5 CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR.....	33
2.3.4.7 INNOVACIÓN .....	36
2.3.4.8 PRIORIDAD REGIONAL.....	37
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....</b>	<b>38</b>
3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	38
3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA .....	38
3.1.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	41
3.2 ENFOQUE Y MÉTODO.....	43
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	44
3.3.1 POBLACIÓN.....	44
3.3.2 MUESTRA .....	44
3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS .....	46
3.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA.....	46
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS.....	46
3.4.1 PROCEDIMIENTOS.....	47
3.4.2 LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....	47
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>48</b>
4.1 PARÁMETROS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN .....	48

4.1.1 EFICIENCIA Y MANEJO DE LA ENERGÍA .....	48
4.1.2 EFICIENCIA Y MANEJO DEL AGUA.....	52
4.1.3 MATERIALES Y RECURSOS.....	54
4.1.4 CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR .....	57
4.1.5 UBICACIÓN Y TRANSPORTE.....	59
4.2 ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD. ....	61
4.2.1 ESTUDIO DE MERCADO. ....	61
4.2.1.1 ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA E INDUSTRIA.....	61
4.2.1.2. ANÁLISIS DEL CONSUMIDOR .....	63
4.2.1.3 CRUCE DE VARIABLES.....	86
4.2.1.4. ESTRATEGIA DE MERCADO Y VENTAS .....	97
4.2.2 ESTUDIO TÉCNICO .....	98
4.2.2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN .....	98
4.2.2.2 ANÁLISIS DEL TAMAÑO ÓPTIMO DEL PROYECTO .....	99
4.2.1.3 ANÁLISIS DE LA LOCALIZACIÓN OPTIMA DEL PROYECTO.....	100
4.2.2.4 INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	103
4.2.2.5 ANÁLISIS ORGANIZATIVO, ADMINISTRATIVO Y LEGAL.....	106
4.2.3 ESTUDIO LEGAL .....	108
4.2.3.1 REGLAMENTO DE LA ZONIFICACIÓN, OBRAS Y USO DEL SUELO EN EL DISTRITO CENTRAL. ....	108
4.2.3.2 LEY GENERAL DEL AMBIENTE EN HONDURAS .....	112
4.2.3.2 FACTORES DE RIESGO.....	114
4. 2.4. ESTUDIO FINANCIERO .....	117
4.2.4.1 PLAN DE INVERSIÓN- PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	117
4.2.4.2. FONDOS DE FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO .....	119

4.2.1.3. ANÁLISIS DE PRECIOS.....	119
4.2.5 PROPUESTA.....	122
4.2.5.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	122
4.2.5.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	122
4.2.5.3 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	122
4.2.5.4 PROPUESTA DE DISEÑO.....	123
4.2.5.4 DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES.....	128
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>132</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	132
5.2 RECOMENDACIONES.....	134
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>136</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>138</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Apartamentos a la venta en la ciudad de Tegucigalpa 2016-2017 .....	6
Tabla 2. Características del proyecto ecovivienda .....	7
Tabla 3. Características del proyecto Green Tower .....	9
Tabla 4. Aspectos a considerar en la arquitectura sostenible .....	14
Tabla 5. Características de diseño recomendadas para espacios interiores.....	16
Tabla 6. Tipos de certificación LEED de acuerdo a las características del proyecto .....	20
Tabla 7. Requisitos de certificación según la categoría de ubicación y transporte.....	27
Tabla 8. Requisitos de certificación según la categoría de sitios sustentables.....	29
Tabla 9. Requisitos de certificación según la categoría de Uso eficiente del agua.....	30
Tabla 10. Requisitos de certificación según la categoría de Energía y atmósfera .....	31
Tabla 11. Requisitos de certificación según la categoría de Materiales y recursos .....	33
Tabla 12. Requisitos de certificación según la categoría de calidad del ambiente interior.....	34
Tabla 13. Requisitos de certificación según la categoría de innovación.....	36
Tabla 14. Requisitos de certificación según la categoría de prioridad regional.....	37
Tabla 15. Matriz metodológica .....	39
Tabla 16. Metodología del proyecto .....	40
Tabla 17. Análisis de las variables .....	42
Tabla 18. Datos para la obtención de la muestra.....	45
Tabla 19. Eficiencia energética del proyecto .....	49
Tabla 20. Créditos LEED esperados en la categoría de energía y atmosfera.....	50
Tabla 21 Ahorro en factura mensual de energía eléctrica.....	51
Tabla 22. Análisis de la eficiencia y uso del agua del proyecto.....	52
Tabla 23. Créditos esperados en la categoría eficiencia y manejo del agua. ....	53
Tabla 24 Ahorro en factura mensual de agua con la aplicación de tecnologías sostenibles .....	54
Tabla 25. Análisis de los materiales y recursos del proyecto.....	55
Tabla 26. Créditos obtenidos en la categoría de materiales y recursos.....	56
Tabla 27. Análisis de la calidad del ambiente interior del proyecto .....	57
Tabla 28. Créditos esperados en la categoría de calidad ambiental interior .....	58
Tabla 29. Análisis de la categoría de ubicación y transporte del proyecto. ....	59
Tabla 30. Créditos esperados en la categoría de ubicación y transporte.....	60

Tabla 31. Análisis de precios de apartamentos disponibles en el mercado.....	63
Tabla 32. Cruce de variables .....	86
Tabla 33. Definición del estudio técnico.....	98
Tabla 34. Especificaciones técnicas de diseño y construcción. ....	98
Tabla 35. Propuesta de espacios a incluir en el diseño de apartamentos. ....	100
Tabla 36. Criterios de evaluación del terreno. ....	101
Tabla 37. Evaluación del terreno del proyecto.....	102
Tabla 38. Datos del terreno del proyecto. ....	103
Tabla 39. Descripción de los procesos del proyecto. ....	104
Tabla 40. Documentación requerida para la obtención del permiso de construcción.....	111
Tabla 41. Tabla de requisitos para trámite de permiso de construcción .....	111
Tabla 42. Categorización del proyecto.....	113
Tabla 43. Análisis de costo de construcción del proyecto .....	117
Tabla 44. Costo por metro cuadrado del proyecto. ....	118
Tabla 45. Plan de inversión del proyecto. ....	118
Tabla 46. Fondos de financiamiento del proyecto .....	119
Tabla 47. Análisis de precios del proyecto. ....	120
Tabla 48. Apartamento tipo A.....	123
Tabla 49. Apartamento tipo B.....	124
Tabla 50. Apartamento tipo C.....	125
Tabla 51. Apartamento tipo D.....	126
Tabla 52. Nivel de estacionamiento .....	127
Tabla 53. Cronograma del proyecto.....	130
Tabla 54. Diagrama de Gantt de cronograma del proyecto.....	131

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Modelo de apartamentos de Ecovivienda de 1 y 2 habitaciones.....	8
Ilustración 2. Apartamentos de Green tower de 1, 2 y 3 habitaciones .....	10
Ilustración 3. Beneficios de los edificios certificados LEED.....	19
Ilustración 4. Tipos de certificación LEED.....	19
Ilustración 5. Proyectos certificados LEED a nivel mundial. ....	22
Ilustración 6. Edificios certificados LEED en Latinoamérica.....	23
Ilustración 7. Edificios certificados LEED en Centroamérica y Panamá .....	24
Ilustración 8. Puntaje requerido para la certificación LEED.....	26
Ilustración 9. Operacionalización de las variables .....	41
Ilustración 10. Diseño de la investigación .....	44
Ilustración 11. Fórmula para el cálculo de la muestra.....	45
Ilustración 12. Calentador de agua solar .....	49
Ilustración 13. Iluminación exterior solar .....	50
Ilustración 14. Uso de fachadas verdes en las edificaciones.....	56
Ilustración 15. Porcentaje de la población con vivienda propia o alquilada .....	64
Ilustración 16. Monto mensual por pago de alquiler o cuota de vivienda .....	65
Ilustración 17. Ingreso económico familiar mensual. ....	66
Ilustración 18. Cantidad de personas que integran el núcleo familiar. ....	67
Ilustración 19. Consumo mensual de energía eléctrica por vivienda.....	68
Ilustración 20. Consumo mensual de agua por vivienda.....	69
Ilustración 21. Tecnologías sostenibles conocidas por la población.....	70
Ilustración 22. Disponibilidad de las personas de vivir en un edificio de apartamentos que aplique tecnologías sostenibles. ....	71
Ilustración 23. Monto mensual en condiciones de pagar por apartamento. ....	72
Ilustración 24. Zonas de interés para adquirir un edificio de apartamentos.....	73
Ilustración 25. Cantidad de Habitaciones en apartamento. ....	74
Ilustración 26. Calidad del ambiente interior en relación a la ventilación.....	75
Ilustración 27. Calidad del ambiente interior en relación a la iluminación.....	76
Ilustración 28. Calidad del ambiente interior en relación al ruido.....	77
Ilustración 29. Disposición para pagar un monto adicional por tecnologías sostenibles.....	78

Ilustración 30. Porcentaje adicional dispuesto a pagar por tecnologías sostenibles. ....	79
Ilustración 31. Personas con equipo de aire acondicionado en su actual vivienda. ....	80
Ilustración 32. Viviendas con tecnologías sostenibles. ....	81
Ilustración 33. Edad de las personas encuestadas. ....	83
Ilustración 34. Sexo de las personas encuestadas. ....	84
Ilustración 35. Estado civil de las personas encuestadas. ....	85
Ilustración 36 Porcentaje adicional dispuesto a pagar según edad. ....	87
Ilustración 37. Porcentaje de personas con vivienda propia o alquilada según edad. ....	88
Ilustración 38. Relación de uso de tecnologías sostenibles y consumo mensual de energía eléctrica. ....	90
Ilustración 39. Relación de uso de tecnologías sostenibles y consumo mensual de agua. ....	90
Ilustración 40. Relación entre el dinero dispuesto a pagar por vivienda y el gasto de alquiler. ....	91
Ilustración 41. Relación entre el ingreso económico familiar y el gasto de alquiler. ....	92
Ilustración 42. Relación entre la cantidad de personas en una vivienda y el consumo mensual de agua. ....	93
Ilustración 43. Relación entre la cantidad de personas en una vivienda y el consumo mensual de energía eléctrica. ....	94
Ilustración 44. Relación entre el ingreso económico familiar y gasto mensual de agua. ....	95
Ilustración 45. Relación entre el ingreso económico familiar y gasto mensual de energía eléctrica. ....	96
Ilustración 46. Requerimientos mínimos para diseño interior. ....	99
Ilustración 47. Descripción de los procesos del proyecto. ....	104
Ilustración 48. Estructura organizacional del proyecto. ....	106
Ilustración 49. Estructura organizacional del edificio de apartamentos bajo administración Junta Inquilinos. ....	107
Ilustración 50. Ubicación del proyecto. ....	108
Ilustración 51. Lote del proyecto. ....	109
Ilustración 52. Análisis FODA. ....	116

# CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1 Introducción

En la ciudad de Tegucigalpa cada vez más se incrementa el número de personas que buscan vivir en edificios de apartamentos, ya sea por factores sociales, económicos o de seguridad; por ende, el mercado en esta tipología de edificios es cada vez mayor. Este tipo de edificación ofrece espacios que de una u otra forma buscan satisfacer las necesidades de vivienda de la población, sobre todo en las Ciudades más grandes y pobladas del país. Para los inversionistas de dichos proyectos es de suma importancia conocer los costos y los riesgos implícitos, así como las exigencias del mercado que, en la actualidad que cada vez son más, por lo antes mencionado es necesario crear proyectos que puedan competir en el mercado actual, con propuestas innovadoras y tecnologías alternativas que contribuyan con el cuidado del medio ambiente.

Aprovechando la creciente preocupación por el cuidado del medio ambiente y debido al alto costo de los servicios públicos, es necesario implementar proyectos que consideren aspectos esenciales como la sostenibilidad ambiental, es por ello que la búsqueda de la certificación LEED viene a contribuir en la creación de edificaciones sostenible desde su concepción hasta el estilo de vida de las personas involucradas, sobre todo en los usuarios de estas edificaciones.

Este documento busca realizar un estudio sobre la implementación de la normativa LEED en el estudio de pre-factibilidad para el diseño y construcción de un edificio de apartamentos ubicado en la ciudad de Tegucigalpa, trasladando este estudio a la creación de un modelo financiero que ayude a determinar la rentabilidad del proyecto y a su vez facilite identificar si una edificación que involucra tecnologías sostenibles puede competir en cuanto a precios y costos se refiere con los edificios de apartamentos que actualmente están a la venta en el mercado.

La idea surge como una propuesta de crear un edificio de apartamentos en la ciudad de Tegucigalpa que aplique a la certificación LEED, que a su vez sea rentable económicamente, que pueda competir con el mercado, que en realidad refleje los beneficios de vivir en una edificación sostenible y que a su vez ayude a mejorar la calidad de vida de los usuarios.



## 1.2 Antecedentes del problema

El diseño y la construcción de grandes edificios está incrementando de manera significativa a nivel mundial y por ende las emisiones de dióxido de carbono, estas emisiones provienen en primer lugar de los grandes edificios y la construcción de los mismos. “El sector de la Construcción es responsable de consumir el 50% de los recursos naturales, el 40% de la energía y del 50% del total de los residuos generados”(arquitectura México, 2011, p.1). Si consideramos los datos anteriores podemos darnos cuenta del impacto ambiental que tiene a nivel mundial la construcción y el uso de estos edificios.

Honduras, la Secretaria de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, es la encargada de velar el manejo sostenible de los Recursos Naturales en cuanto a impacto ambiental y cuidado del medio ambiente se refiere, según lo especificado en el Artículo 11 de la Ley General del Ambiente, Decreto No. 104 – 93 del Congreso Nacional donde se detallan las funciones de esta secretaría.

La construcción sostenible todavía no es aplicada a todos los proyectos realizados en nuestro país a pesar de existir una regulación por parte del gobierno, LEED nos ayuda a determinar características y requisitos para que un edificio llegue a ser sustentable. LEED es el programa más reconocido y más ampliamente desarrollado alrededor del mundo, es un programa de certificación que está en más de 150 países, el cual certifica cualquier construcción en cuanto a forma de diseñar, construir y operar de manera sostenible.

En Honduras son pocas las opciones que brinda el mercado en cuanto a viviendas sostenibles se refiere, es por ello que es necesario brindar soluciones y traer al mercado una tipología de apartamentos que brinde opciones de: reducción en el consumo de agua y energía, un ambiente más productivo, saludable y moderno, además de eso que pueda brindar una conciencia ambiental y de eficiencia en el uso de los recursos. Los edificios de apartamentos a la venta en el mercado actual en la ciudad de Tegucigalpa han tenido un auge en los últimos años, pero son pocos los que consideran los aspectos y las herramientas esenciales que nos presenta LEED y que beneficiarían de manera significativa a los involucrados en este tipo de proyectos.

Frente al alza cada vez mayor de los costos de construcción, las innovaciones en materia de técnicas que permiten construir vivienda de manera más acelerada, económica, eficiente y sin impactos adversos en el medio ambiente ofrecen un potencial significativo para mitigar las limitaciones a la asequibilidad de vivienda en la región. Las técnicas de construcción convencionales (a base de ladrillos, bloques de cemento y hormigón, y empleando intensivamente mano de obra) deben ceder el paso a tecnologías innovadoras que utilizan materiales prefabricados y más ecológicos. La transición seguramente no será fácil, dadas las tendencias en la construcción tradicional. En la mayoría de países, incluso en el caso de la vivienda social, las técnicas de construcción tradicional son las más generalizadas. En Chile, Honduras y Perú, más del 60% de la vivienda social se construye con técnicas tradicionales, mientras que en Colombia y Guatemala cerca del 70% de la misma se construye utilizando la albañilería tradicional. En cambio en México y Costa Rica, el 60% de la vivienda social en promedio es pre construido.(Bouillon, 2012, p. 172)

### 1.3 Definición del problema

#### 1.3.1 Enunciado del problema

Actualmente en Honduras existe la Ley General del Ambiente, son los reglamentos establecidos por el gobierno como medidas para reducir el impacto ambiental al construir cualquier tipo de edificación, sin embargo las construcciones tanto de edificaciones residenciales como comerciales que se realizan en el país, se basan en obtener los menores costos posibles, sin tener en cuenta cuales son los materiales, sistemas constructivos, sistemas de agua potable, sistemas de aire acondicionado, etc. que ocasionen un menor daño al medio ambiente y además puedan ofrecer espacios funcionales y confortables para los usuarios de los mismos.

#### 1.3.2 Formulación del problema

En Honduras, los esfuerzos por crear conciencia ambiental en la población poco a poco han aumentado, aunque estos no son suficientes para revertir los daños ya ocasionados al medio ambiente. Son pocos los edificios de apartamentos en Tegucigalpa que actualmente cuentan con tecnologías sostenibles que ayuden a reducir el impacto ambiental; los costos en las facturas de energía cada vez son mayores debido al aumento del uso de equipos de aires acondicionados, uso deficiente del agua potable, entre otros.

Existe falta de interés y conciencia ambiental de todos aquellos involucrados en estos procesos, no solamente hablamos de los diseñadores, ejecutores y usuarios de estos edificios, sino también de las autoridades que se encargan de regular y otorgar permisos de construcción.

### 1.3.3 Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son los beneficios de los proyectos certificados bajo las normas LEED?
- ¿Un edificio de apartamentos construido con tecnologías y lineamientos sostenibles pueden competir en el mercado con edificios de apartamentos que no consideran la sostenibilidad ambiental?
- ¿Actualmente cuantos proyectos están certificados LEED en Honduras?
- ¿Cuáles son los precios actuales de los edificios de apartamentos que actualmente están a la venta en la Ciudad de Tegucigalpa?
- ¿Existen edificios de apartamentos con características sostenibles en la ciudad de Tegucigalpa? ¿Cuáles son?

## 1.4 Objetivos del proyecto

### 1.4.1 Objetivo general

Desarrollar un estudio que permita determinar la pre factibilidad de un edificio de apartamentos ubicado en la Ciudad de Tegucigalpa, con la implementación de normas que permitan la sostenibilidad ambiental del proyecto.

### 1.4.2 Objetivos específicos

1. Identificar la oferta habitacional en la ciudad de Tegucigalpa, en relación a los edificios de apartamentos que aplican practicas amigables con el ambiente.
2. Obtener información acerca de las prácticas sostenibles que han sido aplicadas en los edificios de apartamentos construidos en Tegucigalpa.

3. Realizar un análisis sobre los beneficios económicos para los usuarios del proyecto, en cuanto a consumo de agua y energía se refiere al aplicar tecnologías sostenibles.
4. Realizar un análisis comparativo de los costos de requeridos en la construcción de un edificio de apartamentos considerando prácticas sostenibles con edificios de apartamentos construido sin prácticas sostenibles.
5. Determinar las características que debe tener un edificio de apartamentos utilizando la normativa LEED para poder competir con el mercado actual y futuro.

### 1.5 Justificación

En la actualidad son pocos los proyectos de construcción que cuentan con tecnologías sostenibles, sobre todo en el sector vivienda, al día de hoy en Honduras solo existe un proyecto con la certificación LEED y esto demuestra el poco interés de la población en cuanto al tema de construcciones sostenibles se refiere.

En este documento se busca dar respuesta a las interrogantes sobre los beneficios y ventajas de la implementación de la certificación LEED en el diseño y construcción de un edificio de apartamentos en la ciudad de Tegucigalpa, así como determinar la pre factibilidad en la realización de este proyecto.

Poco a poco la población de Honduras ha estado tomando conciencia sobre los daños que se le está causando al medio ambiente, esto debido al uso desmedidos de los recursos con los que cuentan el país, es por esto que se desea ofrecer una opción innovadora a los compradores de viviendas en la ciudad, ofreciendo un espacio que brinde una mejor calidad de vida al contar con nuevas tecnologías orientadas a reducir el consumo de agua y energía, un mejor manejo de residuos y la aplicación conceptos de diseños que permitan aprovechar al máximo las características ambientales del sitio, de manera que se satisfagan las necesidades de los clientes, se diseñe un proyecto con el menor impacto ambiental posible y se obtenga el beneficio económico deseado.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Análisis de la situación actual

#### 2.1.1 Edificios de apartamentos en Tegucigalpa

Las grandes Ciudades como Tegucigalpa y San Pedro Sula presentan una amplia oferta de este tipo de edificaciones, ya que cada vez son más las personas que optan por este tipo de espacios. En el cuadro que se muestra a continuación se reflejan algunos de los apartamentos que actualmente se encuentran a la venta en la ciudad de Tegucigalpa.

**Tabla 1. Apartamentos a la venta en la ciudad de Tegucigalpa 2016-2017**

Nombre del proyecto	Número de habitaciones	Área	Precio de Venta
Villas San Manuel	2 habitaciones	117 m <sup>2</sup>	\$ 115,500
Villas San Manuel	3 habitaciones	130 m <sup>2</sup>	\$ 121,000
Residencial San Manuel	4 habitaciones	200 m <sup>2</sup>	\$ 148,000
Villa los Tulipanes	3 habitaciones	258.57 v <sup>2</sup> de terreno, 200 m <sup>2</sup>	\$ 195,000
Villas Roble Vista	3 habitaciones	110 m <sup>2</sup>	\$ 84,000
Villas del Real	3 habitaciones	133 m <sup>2</sup>	\$ 112,000
Villas del Real	3 dormitorios	157 m <sup>2</sup>	\$ 115,000
Chalets de Valle de Ángeles	2 habitaciones	150 m <sup>2</sup>	\$ 110,000
Trapiche	3 habitaciones	235 m <sup>2</sup>	\$ 285,000
Lomas del Portillo	3 habitaciones	74 m <sup>2</sup>	L. 1,425,000
Altos de las Canarias	3 habitaciones	110 m <sup>2</sup>	\$ 145,000
Altos de Trapiche modelo Sicilia b	3 habitaciones	62 m <sup>2</sup>	L. 1,489, 800
Altos de Trapiche modelo Sicilia c	2 habitaciones	52 m <sup>2</sup>	L. 1,260,600

Fuente: (Elaboración propia)

#### 2.1.2 Panorama actual de diseño y construcción

En la ciudad de Tegucigalpa son pocos los edificios de apartamentos que cuentan con características sostenibles, a continuación, mencionaremos el ejemplo de Eco vivienda y Green Tower, los cuales son dos complejos de apartamentos que han tenido gran aceptación en la Ciudad

de Tegucigalpa y que cuentan con elementos sostenibles de gran interés. Ambos proyectos están enfocados en sectores diferentes de la población, ya que el primero está destinado a la clase media de la población y el segundo a la clase media alta.

### 2.1.2.1 Ecovivienda

Este es un proyecto habitacional, ubicado en Tegucigalpa, diseñado por Eco desarrollo S.A. de C.V., e inició su etapa de construcción en el año 2012; consta de dos fases, la fase I incluye ocho torres residenciales de cuatro niveles en circuito cerrado y la fase II, incluye dos edificios de ocho niveles (31 condominios cada edificio) y cinco edificios de doce niveles (2 edificios con 47 condominios y 3 edificios con 119 condominios) y cuenta con más de 14,000 V<sup>2</sup> de áreas verdes.

**Tabla 2. Características del proyecto ecovivienda**

Características	El complejo cuenta con:
Cocina con desayunador	Vigilancia y monitoreo por cámaras 24 horas
Baños completamente amueblados	Tienda de convivencia
Modernos closet en cada habitación	Sala de juntas y de audio/video en cada edificio
Cuarto de lavandería para lavadora/secadora y pileta de aseo	Piscina
Piso de cerámica española	Área de juegos para niños y cancha deportiva multiusos
Balcón privado con vista al exterior	Parque central con múltiples quioscos para reuniones y barbacoas
Ventanería de PVC	Ascensores de alta eficiencia energética
Sanitario y grifería de bajo consumo de agua	Planta generadora eléctrica para áreas comunes y de servicio
Calentador de agua y ventilación cruzada	Agua potable 365 días al año
Estacionamiento asignado	Control de acceso vehicular con portones automáticos
Iluminación y ventilación natural en todos los espacios	Más de 750 plazas de estacionamiento y estacionamientos para visitas dentro del complejo.

Fuente: (Los Condominios | Eco vivienda Fase II, s/f)

Los desarrolladores del proyecto tomaron ciertas medidas orientadas a la protección del medio ambiente, incluyendo en el desarrollo del proyecto los conceptos de la arquitectura bioclimática, el ahorro energético, el tratamiento y reciclaje del agua además de las áreas verdes en el proyecto.

Las medidas ecológicas implementadas en el proyecto son:

- Calentador solar de agua por condominio
- Tratamiento y reciclaje de aguas residuales para reutilización en riego
- Cosecha de agua lluvia
- Uso de focos LED y focos ahorradores
- Ascensores de alta eficiencia energética
- Sanitario y grifería de bajo consumo de agua
- Ventilación e iluminación natural en todas las áreas del condominio
- Separación y reciclaje de plásticos, aluminio y otros desperdicios.

1 habitación-1 baño. 53.13 m<sup>2</sup>



2 habitaciones-2 baños. 59.05 m<sup>2</sup>



**Figura 1. Modelo de apartamentos de Ecovivienda de 1 y 2 habitaciones.**

Fuente: (Los Condominios | Eco vivienda Fase II, s/f)

Las características de los apartamentos que ofrece eco vivienda son similares a los mostrados en la figura 1, solamente varía la cantidad de habitaciones con los que cuenta cada apartamento.

### 2.1.2.2 Green Tower

Este es un proyecto habitacional desarrollado en Tegucigalpa, ubicado específicamente en la zona de La Hacienda; la torre de condominios fue diseñada y construida adoptando ciertas medidas ecológicas con el fin de disminuir al máximo su impacto al medio ambiente.

**Tabla 3. Características del proyecto Green Tower**

Características	El complejo cuenta con:
Aire acondicionado central y de alta eficiencia	Ubicación privilegiada
Cocina, baños y closets completamente amueblados	Entrada para visitas con garita de seguridad
Bodega privada por condominio (aprox. 4.00 m <sup>2</sup> ) en nivel de estacionamiento	Entrada para residentes con control de acceso
Ventanería KOMMERLING de PVC	Planta de emergencia para alimentar todo el edificio
Inodoro y grifería de bajo consumo de agua	Área social lobby: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Salón de usos múltiple</li> <li>• Sala de juntas</li> <li>• Piscina / jacuzzi</li> <li>• Terrazas techadas</li> </ul>
Closet de lavandería en cada condominio, para lavadora/ secadora y pileta	
Ventanería de PVC	
Suministro de agua caliente central (solar) para todo el edificio	Área social: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gimnasio con vista</li> <li>• Pista para correr</li> <li>• Terrazas techadas</li> <li>• Área verde</li> <li>• Putting Green</li> <li>• Área de juegos para niños</li> </ul>
Piso de cerámica española	
Balcón privado	

Fuente. (Elaboración propia)

Green Tower cuenta con ciertas medidas ecológicas que ayudan a disminuir el impacto ambiental y a su vez ofrecen beneficios económicos a las personas que desean vivir en este tipo de edificaciones sostenibles, entre ellas tenemos:

- Cosecha de aguas lluvias
- Techo verde
- Fachada verde en estacionamiento
- Sistema solar de calefacción de agua
- Aire acondicionado de alta eficiencia energética
- Ascensores de alta eficiencia energética



- Planta de tratamiento de aguas grises
- Paneles solares y luminarias LED para iluminar áreas comunes
- Fachada con aislamiento termo – acústico
- Inodoros y grifería de bajo consumo de agua
- Riego con agua tratada y reciclada
- Separación y reciclaje de plástico, aluminio y otros desperdicios



**Ilustración 2. Apartamentos de Green Tower de 1, 2 y 3 habitaciones**

## 2.2 Teorías de sustento

### 2.2.1 Arquitectura y desarrollo sostenible

Las actividades humanas y el desarrollo de las mismas generalmente ocasionan daños al medio ambiente, lo cual, a largo plazo está generando un deterioro irreparable al planeta. Con el aumento de la población humana y el incremento desmedido de algunas ciudades, el deterioro de los ecosistemas, la tala de los bosques, la contaminación del agua, etc.; aumentan de manera acelerada.

Cuando un ecosistema es rebasado en su capacidad natural por reducir o absorber el impacto del exceso de energía, calor, residuos sólidos o líquidos, explotación de los recursos naturales o transformación del medio para crear una obra, entonces aparece un factor de daño al que se le denomina “contaminación” o deterioro ambiental. (Coutiño & Escárcega Susan Castellanos, 2009, p. 17)

Cada vez es más la cantidad de recursos que necesitamos para poder satisfacer nuestras necesidades, es por ello que el manejo y el cuidado de los mismos son de vital importancia para la subsistencia del planeta. Mucha de la arquitectura actual, se enfoca en satisfacer la estética y la funcionalidad, olvidando los conceptos de sostenibilidad ambiental, que permiten lograr un espacio que satisfaga no solo las necesidades espaciales, sino también las necesidades ambientales.

El desarrollo sostenible se ha convertido en uno de los principales temas de discusión a nivel mundial, es por ello que se debe recalcar que los recursos no se deben explotar como lo hemos estado haciendo los últimos años, más bien, debe existir un manejo de estos de tal manera que no se vean afectadas las futuras generaciones. “Se define el desarrollo sostenible como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” Concepto acuñado en 1987 por las Naciones Unidas. (Asamblea General de las Naciones Unidas, s/f, párr. 1)

En la sociedad actual, cada día se incrementan las expectativas de satisfacer las diferentes necesidades mediante el desarrollo sostenible, es por ello que la arquitectura sostenible se presenta como una alternativa viable para las nuevas edificaciones.

A lo largo de las distintas culturas de la civilización humana, la arquitectura se ha expresado como una respuesta al tiempo, a la cultura y a las condiciones físicas y ambientales del sitio en el cual se desarrolla, sin olvidar que los efectos del medio ambiente inciden directamente tanto en la energía como en la salud del hombre. (Rodríguez Viqueira et al., 2006, p. 13)

A través de los años se ha podido observar que se han realizado proyectos de arquitectura sustentable o aplicando cualquier tecnología sostenible que aporte de alguna forma a la protección del medio ambiente; aunque se han hecho de manera aislada, se espera que el diseño de estos proyectos o la aplicación de tecnologías tengan un efecto positivo en su alrededor y poco a poco la cantidad de estos proyectos y tecnologías aumente en beneficio de toda la sociedad, La comba et al. (2004) “Estudiamos todos los factores que intervienen en una vivienda. Nos interesa donde se ubica y la ciudad. Creemos que una casa “viva e inteligente” bien diseñada influirá en el desarrollo de la comunidad...” (p. 16).

Han surgido muchos estudios y conceptos sobre como el diseño de edificaciones y viviendas pueden mejorar las condiciones en que vive la población, así como las mejoras que se pueden tener en relación al impacto en el ambiente, bajo esta ideología se han ido planteando varios conceptos de diseño arquitectónico.

Es evidente que la actividad humana ha generado desequilibrios cada vez más grandes dentro del ecosistema planetario, afectando su estabilidad, acrecentándose desde hace 250 años y fundamentalmente desde mitad del siglo XX. Es imprescindible tener conciencia del problema y tender hacia una reducción del impacto. Una de las actividades más importantes y de mayor incidencia tiene que ver con el diseño, construcción, uso y, reciclado y demolición de edificios, así como todos los procesos que ello involucra. El concepto de sustentabilidad aplicado a los edificios se encuentra ya bastante desarrollado. Desde los conceptos de “arquitectura solar” de los 70, la “arquitectura bioclimática” o “ambiental”, de los 80, hasta el “Diseño Ambientalmente Consiente. DAC”, “Arquitectura ecológica” o el “Diseño sustentable” actual. (Universidad Nacional de la Plata, 2013, p. 34)

### 2.2.1.1 Principios aplicables a un proyecto arquitectónico sostenible

Los diseños ecológicos incrementan el valor y la calidad arquitectónica de los edificios, las personas valoran más los elementos naturales (luz y ventilación natural, entre otros) que los elementos artificiales que se incorporan en las edificaciones de la actualidad. Es importante reconocer que no todos los usuarios le dan importancia a elementos que respondan al cuidado del medio ambiente, ya que la mayoría considera que los costos de un proyecto diseñado de manera

sostenible son más elevados. Las construcciones sostenibles son aquellas edificaciones que se realizan considerando el cuidado del medio ambiente, así como la optimización de los recursos, la disminución de los desperdicios, el uso adecuado de los materiales, el uso de tecnologías alternativas, etc.

El diseño arquitectónico considerando aspectos sostenibles como ser: diseños energéticos eficientes, tratamiento de agua, entre otros; se han convertido en aspectos importantes de la vida diaria, sobre todo en nuestro país donde los costos de la energía son cada vez menos accesibles para la población. La reducción del consumo energético es considerada por muchos como el factor más importante de la sostenibilidad.

Un sistema energético sostenible es: “Una sucesión de actividades las cuales, a partir de una cierta dotación de recursos naturales, permiten satisfacer los servicios energéticos” (Recalde, Bouille, & Girardin, 2015, p. 92).

La arquitectura sostenible comprende desde el diseño, la construcción (materiales y sistemas constructivos) e incluso el uso de la edificación como tal (consumo de agua, energía, producción de desechos); es por ello que en este tipo de proyectos es importante considerar desde su fase inicial, el confort, la salud de los ocupantes y el impacto ambiental que tendrá la edificación en su entorno. Es común que en la etapa de diseño y construcción no se piense en el momento en que la edificación será ocupada, es decir, en la calidad de vida que tendrán los habitantes de la misma; ya que en la mayoría de los casos la persona que ocupa la edificación no tuvo relación en el proceso de diseño y construcción. “Los Edificios Sostenibles necesitan un proceso de colaboración entre los profesionales del edificio, la propiedad, proyectistas y constructores, para que el edificio produzca los resultados que se persiguen” (Ramírez Zarzosa, 2009, p. 2).

**Tabla 4. Aspectos a considerar en la arquitectura sostenible**

	Problemas Frecuentes	Soluciones Alternativas
Residuos	-Residuos generados en el proceso de construcción. -Residuos generados por los ocupantes de las edificaciones.	-Gestión eficiente de recursos -Uso de materiales reciclables -Reciclaje de desechos mediante instalaciones adecuadas que permitan un proceso eficiente.
Materiales de construcción	-Materiales que proceden de recursos no sostenibles. -Uso de materiales que afecten la salud de los ocupantes.	-Usos de materiales que proceden de gestiones sostenibles. -Uso de materiales locales preferiblemente
Tecnologías alternativas	Tecnologías que consumen mucha energía, agua y que requieran mantenimiento continuo.	-Especificación de aparatos sanitarios que reduzcan el consumo de agua. -Sistemas de tratamientos de agua. -Uso de energía solar o de fuentes renovables

Fuente: Elaboración propia

Dentro de los principios aplicables a un proyecto arquitectónico sostenible mencionamos los siguientes:

a. Confort térmico

“El confort térmico puede definirse como una sensación de bienestar en lo que se refiere a la temperatura. Se basa en conseguir el equilibrio entre el calor producido por el cuerpo y su disposición en el ambiente” (Pezzi Hernandez, 2014, p. 36). Este tipo de confort presenta variables a considerar como ser: la edad, el sexo, incluso las características del entorno. Las edificaciones sostenibles deben tratar de moderar la temperatura a través del uso de los materiales, los elementos utilizados y las tecnologías sostenibles implementadas.

b. Iluminación

La calidad de iluminación de las edificaciones influye de manera directa en la calidad de vida de los ocupantes, ya que una mala iluminación o una iluminación inadecuada puede incidir en la salud, como ser: fatiga, dolor de cabeza, irritabilidad e incluso en las condiciones psicológicas de los individuos. En todos los espacios se requiere luz artificial durante la noche, es por ello que lo que se pretende lograr es que la iluminación artificial sea lo más parecido posible a la iluminación natural, lo ideal es aprovechar al máximo la iluminación del día, esto se puede lograr a través de:

- Orientación adecuada de la edificación considerando la radiación solar
- Selección adecuada de los colores y acabados
- Elementos arquitectónicos y del uso de materiales
- Una adecuada distribución de luz en cada espacio.

Los principales factores que pueden afectar la iluminación natural en edificios son: la distancia entre los edificios, la altura del edificio de enfrente, el tamaño de las aberturas, a estos aspectos se debe agregar la orientación y la reluctancia de las fachadas. Las características ópticas de los materiales utilizados, los acabados en las superficies de las fachadas tienen un impacto significativo en las condiciones lumínicas de los ambientes. (Ayelén María, Andrea Elvira, & María Lorena, 2012, p. 2)

#### c. Ventilación

El diseño arquitectónico debe considerar aspectos eficientes en cuanto a la ventilación se refiere, los espacios no deben sentirse cargados, no deben acumular malos olores y debe haber fluidez eficiente del aire.

#### d. Ruido

En la mayoría de los libros que hablan sobre proyectos arquitectónicos sostenibles, se hace poco énfasis o no se hace ninguno sobre la calidad acústica de los espacios. Debe existir una armonía en cuanto a la transmisión de ruido se refiere, sobre todo en los edificios de apartamentos en donde su principal requerimiento es la privacidad de los espacios. Podemos decir que las fuentes de ruido pueden provenir del exterior (ruido del tráfico) como del interior (actividades diarias realizadas) de cada uno de los ambientes.

**Tabla 5. Características de diseño recomendadas para espacios interiores**

Confort Térmico	-La temperatura ambiente debe estar entre 20-22 °C en invierno y 24-26°C en verano.
Ventilación	-El movimiento del aire en los espacios debe estar entre 0,1-0.15 m/s en invierno y 0.25 m/s en verano.
Iluminación	-En los climas cálidos, se debe considerar la posibilidad de limitar la superficie de ventanas a aproximadamente el 10% de las superficies construidas. -El espectro de la luz artificial que se utilice durante el día debe ser similar al de la luz natural. -La iluminación debe permitir que los ocupantes tengan cierto contacto visual con el exterior.
Ruido	-De ser posible es recomendable colocar una barrera acústica natural (vegetación) -Los equipos que generen ruido deben ubicarse en lugares estratégicos.

Fuente: (Elaboración propia)

Según lo mencionado con anterioridad podemos decir que las condiciones interiores de los espacios afectan la calidad de vida de sus ocupantes y a su vez influyen en su salud. Al implementar estas características en un proyecto arquitectónico sostenible se tiene como resultados un proyecto en el cual se garantiza un ambiente interior que satisface las necesidades de sus ocupantes y a su vez una mejor calidad de vida.

### 2.2.2 Edificios de apartamentos

Los edificios de apartamentos son construcciones verticales que comprenden varias viviendas (denominados apartamentos), las cuales comparten espacios comunes y a su vez cada una cuenta con espacios individuales en los cuales desarrollar sus actividades cotidianas. Este tipo de edificaciones se encuentran en la lista de las fuentes más grandes de contaminación a nivel mundial.

Si analizamos el impacto que tienen los edificios en el ambiente Sarmiento (2014) afirma:

Los edificios a nivel mundial consumen en promedio un 60% del total de la energía, 40 % de la energía primaria, 25% del agua potable, 40% de los recursos naturales, 25% de la madera cosechada y son responsables del 40% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, generando el 30% de los desperdicios sólidos y 20% del agua contaminada. (párr. 12)

Un gran porcentaje de la población actualmente vive en edificios de apartamentos por diversos factores como ser: incremento del valor de la tierra, sobre todo en las Ciudades donde vive una gran cantidad de la población; por la sensación de seguridad que brindan este tipo de espacios y por las comodidades que proporcionan (espacios sociales comunes). La tipología de edificios de apartamentos ha ido cambiando a lo largo del tiempo, entre las características que comparten este tipo de edificaciones a nivel mundial podemos mencionar las siguientes:

- Los materiales empleados evocan la tradición de la construcción local.
- En su mayoría los edificios cuentan con terrazas a las cuales se tiene acceso a través de puertas, lo cual permite tener una conexión con el exterior.
- Los espacios tienen características similares, lo que varía en su mayoría es la cantidad de habitaciones con las que cuenta cada uno.
- Los apartamentos cuentan con espacios comunes de interacción social, destinados únicamente para las personas que viven dentro del edificio.

### 2.3 Normas y certificación LEED

Las normas LEED (Leadership in Energía and Environmenral Design) fueron creadas por el Consejo de Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council), con el fin de analizar como los edificios son diseñados, construidos, su operación y mantenimiento enfocados en la sostenibilidad, define la construcción sostenible como las prácticas de diseño y construcción con tendencia a reducir en gran medida o eliminar el impacto negativo de los edificios sobre el medio ambiente y sus ocupantes, la implementación de estas normas en las edificaciones proporciona una reducción en los gastos en el consumo de energía y agua, así como de otros recursos naturales que son utilizados en el sector de la construcción. Los usuarios de las edificaciones que aplican estas normas tienen una mejor calidad de vida, son más saludables y productivos. “La certificación LEED garantiza que el edificio, su proceso de construcción y posterior operación, cumplen con todos los estándares establecidos por el USGBC y puede ser llamado “un edificio verde”. Esto le da seriedad al concepto, evitando que sea usa inescrupulosamente con fines comerciales” (Londoño García, 2009, p. 63).



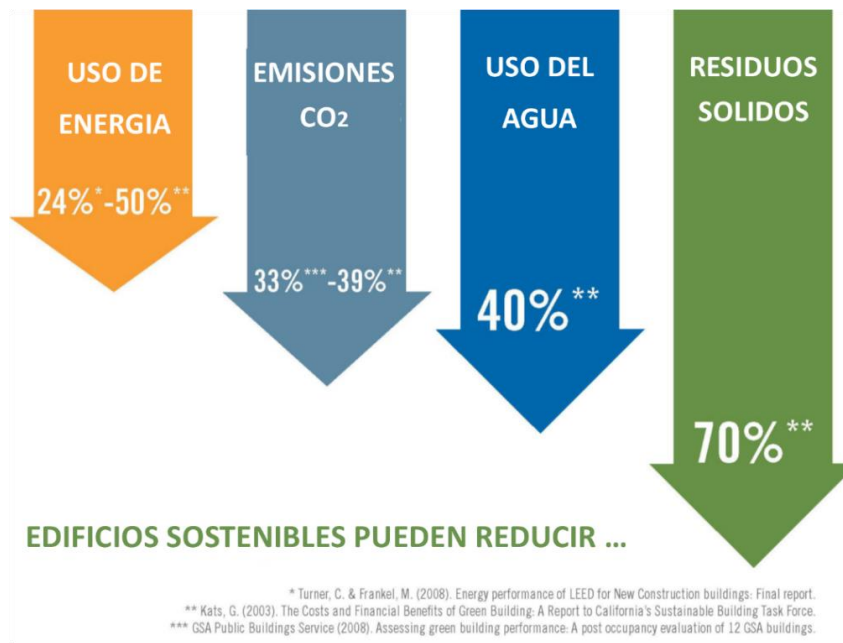
### 2.3.1 LEED en el mundo.

La certificación LEED de edificios, se ha actualizado constantemente desde que fue creado en 1993, y su implementación se ha convertido en una práctica mundial. Estas estrategias de diseño de edificios sostenibles se han aplicado a todo tipo de edificios, como ser hospitales, escuelas, residencias, edificios comerciales, entre otros. Estas buenas prácticas no son obligatorias en el desarrollo de proyectos de construcción, pero garantiza el cumplimiento de los requerimientos establecidos por el USGBC para la obtención de la certificación LEED, a través de ocho categorías:

1. Innovación y diseño.
2. Sitio sustentable
3. Eficiencia del agua
4. Energía y atmósfera
5. La utilización de materiales y conservación de recursos naturales.
6. La calidad ambiental interior.
7. Materiales y recursos
8. Prioridad regional

Estas normas son utilizadas a nivel mundial, ya existen más de 72,000 proyectos certificados en más de 160 países y 185,000 m<sup>2</sup> certificados diariamente. La aplicación de estas normas ha comprobado la reducción del impacto ambiental al disminuir la emisión de gases CO<sub>2</sub>, disminución en el uso de agua y energía, y el tratamiento de desechos sólidos, como se observa en la Ilustración 5, los cambios son considerables al implementarlas dentro de los proyectos y edificios.

Así también se puede observar que los ocupantes de los edificios certificados tienen una mayor productividad y una mejor salud, al contar con calidad ambiental en sus espacios y su entorno. Estos proyectos tienen bajos costos en operación y mantenimiento, lo que aumenta las tasas de arrendamiento de este tipo de edificio además de agregarle valor a las empresas que cuentan con proyectos certificados.



### Ilustración 3. Beneficios de los edificios certificados LEED

Fuente: (Conferencia LEED Sherwin Williams 2016)

LEED es un diseño integral, desde la etapa de diseño, donde existe un equipo integrado de profesionales y expertos en cada área del proyecto. La certificación LEED, garantiza que los espacios (edificaciones y comunidades) que están siendo creados, sean mejores para el ambiente y más saludables para vivir, trabajar o realizar actividades recreativas, esto gracias al uso eficiente de los recursos. Esta certificación está basada en un sistema de prerrequisitos y créditos que el proyecto debe cumplir para algún nivel de certificación, estos pueden ser:








### Ilustración 4. Tipos de certificación LEED

Fuente: (USGBC, 2014)

Las normas LEED han sido diseñadas de manera que sea posible aplicarlas a cualquier tipo de proyecto sin importar en qué etapa se encuentren de su ciclo de vida, ya sean hospitales, centros de datos, edificios históricos o aquellos en etapas de diseño. Existen varios tipos de certificación dependiendo del tipo de proyecto que se desea certificar, estos son:

**Tabla 6. Tipos de certificación LEED de acuerdo a las características del proyecto**

Diseño y Construcción de Edificios	Aplicable a edificios que serán construidos o se realizara una gran remodelación, escuelas, edificios comerciales, centros de datos, bodegas y centros de distribución, hospedajes y hospitales.	
Diseño Interior y Construcción	Aplicable a diseño interior permite al equipo del proyecto, quienes no tienen control sobre la operación del edificio, proporcionar espacios ambientalmente amigables y saludables para sus usuarios en edificios comerciales y hospedajes.	
Operación y Mantenimiento de Edificios	Aplicable a edificios existente que están bajo procesos de mejoras, poca o ningún tipo de construcción, incluye edificios existentes, escuelas, hospedajes, edificios comerciales, bodegas y centros de distribución que permitan reducir el impacto en el ambiente y así evitar la demolición de edificios considerando que puede tomar hasta 80 años para compensar el impacto ocasionado.	
Desarrollo de Comunidades	Aplica a proyectos de desarrollo de urbanizaciones o rediseño de urbanizaciones, estas pueden ser residenciales o no residenciales, incluso puede ser una mezcla, los proyectos pueden estar en cualquier etapa ya sea de diseño o construcción. Incluye más que la certificación de un solo edificio, sino más bien de una comunidad viéndolo como un conjunto sostenible e integrado.	
Residencias	Aplicable a viviendas unifamiliares, multifamiliares de pequeña escala (dos a tres niveles), multifamiliares de mediana escala (cuatro a seis niveles). Garantiza hogares confortables, proveyendo un ambiente interior limpio e incorporando materiales de construcción seguros para la salud de los usuarios.	

Fuente. Elaboración propia.

La utilización de las normas LEED representa beneficios:

- Económicos, a través de reducción de costos de operación y mantenimiento de los edificios y permite satisfacer las necesidades de la población de una manera financieramente rentable.
- Ambientales, la utilizando los recursos ambientales disponibles de manera responsable y no degradando el medio ambiente que heredaran las generaciones futuras.
- Salud y Seguridad, reducción de las desigualdades sociales al fomentar el trabajo en equipo para conseguir un mismo objetivo.

Algunas ventajas de los edificios certificados LEED son las siguientes:

- Reducción de costos de operación y mantenimiento.
- Realza el valor del inmueble y aumenta las ganancias de la empresa.
- Mejora la productividad y el bienestar de los ocupantes.
- Reducción de la huella de carbono en el ciclo de vida del edificio.

Londoño García, (2009) afirma

Los beneficios de construir un edificio de alto desempeño no solo se reflejan en el medio ambiente y sus ocupantes, sino también a nivel económico con ahorro a mediano y largo plazo. Según estudio del USBGC, un edificio verde puede alcanzar ahorros en energía entre un 25 – 50% y un 40% de ahorro en consumo de agua potable. Estos ahorros representan un ahorro en la inversión de un 6.6%, con reducción en los costos de operación de 8-9%. (p. 64)

Estas normas están siendo aplicadas a nivel mundial, más proyectos en diferentes países están siendo certificados y registrados, como podemos observar en la ilustración 5 la cantidad de proyectos por regiones y los metros cuadrados que están siendo certificados.

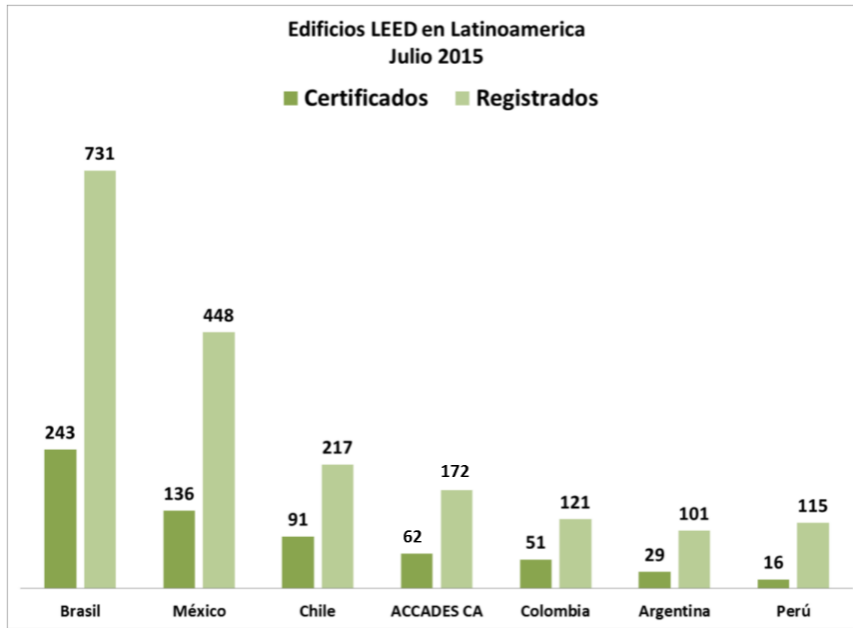
El resultado final de un edificio LEED se mejora por tener ahorros de energía y la eficiencia verificada, aumentar de valor como activo, mejorar la gestión de riesgos, reducir la responsabilidad civil y mejorar la productividad. La productividad es muy importante ya que permite a las corporaciones reducir el absentismo, mejorar la moral y contratar mejores empleados. (Ramírez Zarzosa, 2009, p. 4)



**Ilustración 5. Proyectos certificados LEED a nivel mundial.**

Fuente: (USGBC, 2014)

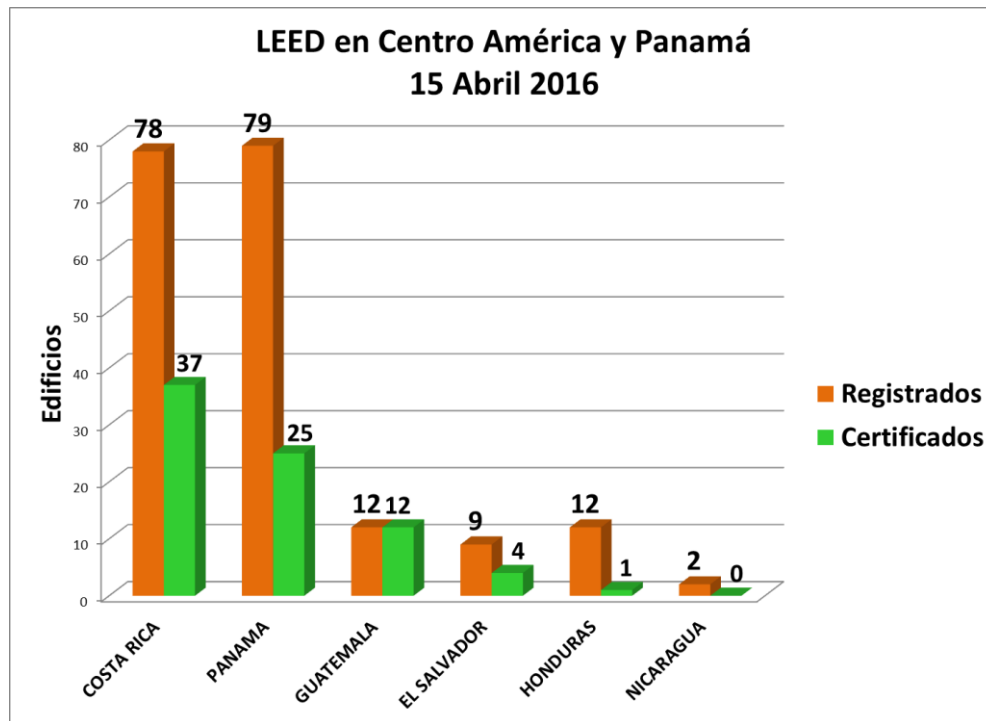
El país que cuenta con más certificaciones LEED es Canadá, seguido por China, India y Brasil. Estos países cada año están incrementando el número de construcciones sostenibles y algunos como Canadá ya se le denomina como país verde. En América Latina se cuenta con una gran cantidad de proyectos certificados y registrados, de los cuales la mayoría están ubicados en Brasil, le siguen México y Chile.



### **Ilustración 6. Edificios certificados LEED en Latinoamérica**

Fuente: (Conferencia LEED Sherwin Williams 2016)

Regionalmente, Costa Rica es el país que cuenta con la mayor cantidad de proyectos certificados y registrados con normas LEED, tal como se observa en la siguiente grafica cuenta con veintiséis (26) proyectos certificados y setenta y seis (76) proyectos registrados (los proyectos registrados son aquellos que están en proceso de certificación).



**Ilustración 7. Edificios certificados LEED en Centroamérica y Panamá**

Fuente: (Conferencia LEED Sherwin Williams 2016)

### 2.3.2 Normas LEED en Honduras

En Honduras, no existen códigos de construcción que se refieran específicamente a los lineamientos que debemos utilizar para brindar los mejores espacios posibles para los habitantes. Los reglamentos existentes son generales para cualquier tipo de construcción, estos no han sido debidamente actualizados ni están orientados a la reducción del impacto ambiental de las construcciones que actualmente se están realizando en el país.

Poco a poco vamos observando que los nuevos proyectos están ofreciendo alternativas orientadas a reducir el impacto al ambiente, por ejemplo, reducción del uso energético, eficiente uso del agua, entre otro; aunque los proyectos ofrezcan alguna de las alternativas y cumple con alguna de las normas, estos proyectos no cumplen con todos los requisitos LEED por lo tanto no se encuentran certificados.

En el país solamente existe un edificio que cuenta con una certificación LEED oro, este es el edificio de Citibank en San Pedro Sula, ubicado en Altia Bussiness Park. Este edificio fue diseñado por: “Ambiente Arquitectura Sostenible”, diseñador de más de sesenta (60) proyectos LEED en Centro América. El edificio fue diseñado para ser eficiente en materia de energía, ambientalmente amigable y un lugar de trabajo saludable para los empleados.

Existe doce (12) proyectos que han sido registrados en LEED, hasta abril de 2016, hasta el momento no han sido certificados.

### 2.3.3 Requisitos para la certificación LEED

La certificación LEED requiere el cumplimiento de ciertas normas y requisitos, se debe seguir un procedimiento, se acreditan puntos a los proyectos evaluados ocho áreas básicas que abordan aspectos claves de edificios sustentables, estos aspectos son:

1. Ubicación y transporte
2. Sitios sustentables
3. Eficiente manejo del agua
4. Energía
5. Materiales y recursos
6. Calidad del ambiente interior
7. Innovación
8. Prioridad regional

Basado en el puntaje obtenido de la evaluación del proyecto, se otorga una de las cuatro certificaciones LEED que son las siguientes:





### **Ilustración 8. Puntaje requerido para la certificación LEED**

Fuente: (USGBC, 2014)

Se debe seguir el siguiente procedimiento para obtener la certificación de un proyecto:

1. Ir a la página principal [usgbc.org](http://usgbc.org) y contactarse con la organización encargada de la certificación LEED, denominado Proveedor LEED.
2. Registro, consiste en registrar el proyecto que deseamos certificar, el cual debe cumplir con el Programa de Requerimientos Mínimos; proporcionando información básica.
3. Selección del evaluador LEED, quien realizara inspecciones durante el proceso de construcción del proyecto. El cual inspeccionara la obra y evaluara los créditos y prerequisites para la certificación.
4. Presentar el Proyecto, proporcionar información completa y exhaustiva del proyecto. El evaluador LEED presentara toda la información obtenida en su inspección al proveedor LEED.
5. Certificación del proyecto de acuerdo a los datos del evaluador, ya revisador por el proveedor LEED.

El sistema de certificación LEED es de verificación por terceros (proveedores LEED). Los integrantes del proyecto son: 1. Equipo de trabajo local: cliente, ingenieros consultores, arquitectos diseñadores, constructores, proveedores; Evaluador LEED, profesional acreditado LEED. 2. Evaluador LEED (Green Rater), es un profesional acreditado LEED, es el que verifica el cumplimiento de cada uno de los requisitos y prerequisites, le llaman LEED AP. 3. Proveedor LEED (Provider), es una organización que coordina al Evaluador LEED para que sea verificador. Son los únicos acreditados oficiales y respaldados por la USGBC. (Zuniga, 2015, p. 74)

### 2.3.4 Criterios para la certificación LEED del proyecto.

Los proyectos requieren utilizar el sistema más apropiado para su certificación que deberá ser elegido antes de registrar el proyecto para que este sea evaluado. Los proyectos, se evalúan en diferentes categorías donde el proyecto ganará créditos en los aspectos detallados a continuación:

#### 2.3.4.1. Ubicación y transporte

Esta categoría pretende reducir el impacto ambiental en el desarrollo del proyecto, se evita el desarrollo de edificaciones en lugares que estén en peligro de inundación y deberá tomar las medidas necesarias para evitar este tipo de daños de acuerdo con los reglamentos establecidos en la zona. Los créditos de Ubicación y Transporte, se otorgan a los proyectos por las decisiones relacionadas con la ubicación del mismo, que promueven un patrón del uso ambientalmente responsable de la tierra, ofreciendo ventajas ambientales sobre proyectos convencionalmente desarrollados. Los proyectos que eligen las mejores ubicaciones necesitan menos infraestructura como ser calles, instalaciones de redes hidrosanitarias (agua potable y aguas negras).

Los proyectos bien ubicados permiten a los residentes acceder a diferentes opciones de medios de transporte sostenibles, es decir que los usuarios puedan caminar, hacer uso de bicicletas y red transporte masivo (autobuses y taxis) y así contribuir a la reducción de la dependencia a los automóviles personales. Se requiere un mínimo de ocho puntos en esta categoría, los créditos para Ubicación y Transporte se pueden obtener de la siguiente manera:

**Tabla 7. Requisitos de certificación según la categoría de ubicación y transporte**

0	0	0	Ubicación y Transporte		15
Sí		Prerreq	Evitar Terrenos Inundables		Obligatorio
<b>VÍA DE DESEMPEÑO</b>					
		Crédito	Ubicación para el Desarrollo de Barrios LEED		15
<b>VÍA PRESCRIPTIVA</b>					
		Crédito	Selección del Sitio		8
		Crédito	Desarrollo Compacto		3
		Crédito	Recursos Comunitarios		2
		Crédito	Acceso al Transporte Público		2

Fuente:(USGBC, 2014)

#### Prerrequisito:

- La Ubicación para el Desarrollo de Barrios, trata de minimizar el daño ambiental a los lugares en los cuales se implementará el proyecto.

#### Créditos

1. La Selección del Sitio, pretende promover la construcción en lugares que tienen el menor impacto ambiental y evitar la construcción en sitios sensibles.
2. El Desarrollo Compacto, promueve la conservación del sitio y la eficacia del transporte, y la posibilidad de poder movilizarse caminando a través del desarrollo de comunidades compactas.
3. Recursos Comunitarios, se refieren a la reducción de las distancias recorridas y la dependencia al automóvil promoviendo las caminatas y el uso de las bicicletas como medio de transporte.
4. Acceso al Transporte Público, permite que los usuarios puedan tener fácil acceso al transporte público y así reducir la contaminación que ocasiona el uso del automóvil.

#### 2.3.4.2 Sitio sostenible

Aunque el término de edificios verdes se enfoca usualmente a estructuras construidas, el diseño del sitio y sus elementos naturales puede tener consecuencias ambientales significativas, buenas o malas. Esta categoría otorga créditos por diseñar el sitio considerando minimizar los efectos adversos. La manera en que se incorpora el diseño en el sitio puede beneficiar o perjudicar ecosistemas locales y regionales, reducir o aumentar la demanda de agua, químicos y/o pesticidas para adecuar un sitio. Un buen manejo de la integración del proyecto en el sitio puede incluir paisajismo con mantenimiento de bajo costo que incluye plantas y animales de la zona, además de contribuir a la conservación de los hábitats locales y regionales.

El diseño del sitio deberá tomar en consideración no solamente las preferencias estéticas y funcionales de los ocupantes sino también las necesidades de administración a largo plazo, principios de preservación y los efectos potenciales en los ecosistemas locales y regionales.

**Tabla 8. Requisitos de certificación según la categoría de sitios sustentables**

0	0	0	Sitios Sustentables		7
Sí			Prerreque	Prevención de la Contaminación en la Construcción	Obligatorio
Sí			Prerreque	Plantas No Invasivas	Obligatorio
			Crédito	Reducción del Efecto Isla de Calor	2
			Crédito	Manejo de Aguas Pluviales	3
			Crédito	Control de Plagas No Tóxico	2

Fuente:(USGBC, 2014)

Prerrequisito:

- La Prevención de la Contaminación en la Construcción, desea lograr la reducción de la contaminación producida por las actividades de construcción por medio del control de la erosión del suelo, sedimentación del agua y las partículas de polvo en suspensión.
- Plantas no invasivas, prevenir que especies invasoras ingresen al área a través del paisajismo, incorporando plantas no invasivas al diseño.

Créditos:

1. Reducción del efecto Isla de Calor, reducir los efectos en los microclimas, personas o la fauna del sitio, se otorgan créditos por la creación de áreas de sombra (árboles u otro tipo de plantas) o materiales no absorbentes del calor.
2. Manejo de Aguas Pluviales, reducción de las aguas pluviales que corren por el sitio y cumplir con los reglamentos de la zona.
3. Control de Plagas No Tóxico, reducción de plagas y exposición a pesticidas, aplicando diferentes técnicas que no permitan el ingreso de plagas.

### 2.3.4.3 Uso eficiente del agua

A través de las medidas para el uso eficiente del agua, pueden reducir el consumo en un 30% o más. A medida que las comunidades crecen, la demanda por el agua aumenta para cubrir las necesidades de los nuevos usuarios. En las nuevas viviendas que hacen uso eficiente del agua, los costos por este servicio son menores y reducen los volúmenes de aguas residuales. Dentro de las estrategias para la conservación del agua, se puede considerar cosecha de agua lluvia, sistemas de tuberías para aguas grises, esto generalmente implica una mayor inversión. Se requiere obtener al menos tres puntos en esta categoría.

**Tabla 9. Requisitos de certificación según la categoría de Uso eficiente del agua**

0	0	0	Uso Eficiente del Agua		12
Sí			Prerreq	Medición del Consumo de Agua	Obligatorio
<b>VÍA DE DESEMPEÑO</b>					
			Crédito	Consumo Total de Agua	12
<b>VÍA PRESCRIPTIVA</b>					
			Crédito	Consumo de Agua en el Interior	6
			Crédito	Consumo de Agua en el Exterior	4

Fuente:(USGBC, 2014)

Prerrequisito:

- Medición del consumo de agua, control y monitoreo de uso del agua con la instalación de un medidor de agua.

Créditos:

1. Consumo total de agua, promueve la reducción de al menos un 10%, en la demanda de agua por medio de accesorios altamente eficientes y buenas practicas aplicadas en el paisajismo.
2. Consumo de agua en el interior, promueve la reducción del consumo de agua por medio de la instalación de accesorios altamente eficientes al interior de la vivienda.

3. Consumo de agua en el exterior, reducción del consumo de agua por medio de la aplicación de las buenas prácticas en el paisajismo, utilizando plantas nativas de la zona.

#### 2.3.4.4 Energía y atmosfera

Los sistemas convencionales de generación de energía liberan dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), lo que contribuye al cambio climático global. Los gases naturales son la mayor fuente de óxido de nitrógeno y las emisiones de gases de efecto invernadero. Los edificios residenciales son un gran contribuidor de las emisiones de gases. Construir residencias verdes es una de las mejores estrategias para afrontar el cambio climático, ya que las tecnologías para reducir el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub> ya existen. Una residencia certificada LEED utiliza entre 30% a 40% menos electricidad y reduce la emisión de gases durante su vida útil.

Una inversión de tecnologías de ahorro de energía y otras tecnologías ambientalmente amigables proporcionan hogares y residencias más saludables, confortables, tienen una mayor vida útil, uso eficiente de la energía, y un lugar ambientalmente responsable para vivir. Se requiere un mínimo de ocho puntos para esta categoría.

**Tabla 10. Requisitos de certificación según la categoría de Energía y atmósfera**

0	0	0	Energía y Atmósfera		37
Sí			Prerreque	Desempeño Energético Mínimo	Obligatorio
Sí			Prerreque	Medición del Consumo de Energía	Obligatorio
Sí			Prerreque	Educación del Propietario de la Vivienda, Inquilino o Administrador del Edificio	Obligatorio
			Crédito	Consumo de Energía Anual	30
			Crédito	Distribución Eficiente del Agua Caliente	5
			Crédito	Registro Avanzado de los Electrodomésticos	2

Fuente: (USGBC, 2014)

Prerrequisito:

- Desempeño energético mínimo, intenta mejorar el rendimiento general de la energía que consume la vivienda y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

- Medición del consumo de energía, control y monitoreo del consumo de energía en la vivienda con la instalación de un medidor.
- Educación del propietario de la vivienda, el propietario, sus ocupantes o encargado de mantenimiento deberán conocer el funcionamiento de todos los equipos instalados.

Créditos:

1. Consumo de energía anual, mejorar el rendimiento del consumo de energía y la reducción de las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero.
2. Distribución eficiente del agua caliente, promueve la reducción del consumo de agua caliente y los desperdicios de la misma a través de una mejor distribución.
3. Registro avanzado de los electrodomésticos, respaldar los esfuerzos de hacer más eficiente el uso de energía a través de un monitoreo continuo.

#### 2.3.4.5. Materiales y recursos

La decisión de escoger los materiales para la construcción es muy importante para las edificaciones sustentables ya que también se refieren a la extracción, procesamiento y transporte que se requiere. Las actividades para producir los materiales de construcción pueden contaminar el aire y el agua, destruir hábitats naturales y agotar recursos naturales. Las fuentes de materiales deben ser evaluadas cuando los materiales son seleccionados para el proyecto. Materiales reciclados pueden sustituir a los materiales nuevos, reduciendo costos y el uso de las fuentes de origen. Productos fabricados con materiales reciclados hacen uso de materiales que comúnmente serían considerados como desechos. El uso de materiales locales promueve la economía local y evita los daños ocasionados por los efectos de transportarlos por largas distancias.

Tomar las mejores decisiones de diseño, específicamente en las partes estructurales de la vivienda, pueden reducir significativamente la demanda de madera y otros materiales, así como la reducción de desperdicio y la energía asociados con su fabricación. Sin necesidad de cambiar el diseño, un constructor puede reutilizar materiales para encofrado y así reducir la cantidad de desperdicio, solamente planificando y comunicando a sus proveedores sobre sus estrategias.

El impacto ambiental generado por la producción de materiales de construcción no se limita al consumo de energía para su extracción, producción y transporte, y sus consecuentes emisiones de gases efecto invernadero. La contaminación de cuerpos de agua, la deforestación, la erosión y otros daños ecológicos son de igual relevancia al seleccionar los materiales para la construcción. (Rocha Tamayo, 2011, p. 111)

**Tabla 11. Requisitos de certificación según la categoría de Materiales y recursos**

0	0	0	Materiales y Recursos	9
Sí			Prerreq Madera Tropical Certificada	Obligatorio
Sí			Prerreq Gestión de la Durabilidad	Obligatorio
			Crédito Verificación de la Gestión de la Durabilidad	1
			Crédito Productos Preferibles Medioambientalmente	5
			Crédito Gestión de Desechos de Construcción	3

Fuente: (USGBC, 2014)

Prerrequisito:

- Madera tropical certificada, fomentar la gestión forestal responsables.
- Gestión de la durabilidad, promover la durabilidad y el buen desempeño del edificio, además de sus componentes y sus sistemas a través de las buenas prácticas de diseño, selección de materiales y construcción.

Créditos:

1. Productos preferibles medioambientales, promueve la demanda de productos o componentes de edificio que minimiza el consumo de materiales a través del reciclaje y su contenido reciclado, y la reducción del impacto al ambiente.
2. Gestión de desechos de construcción, fomenta la reducción de los desechos de construcción, la reutilización de materiales y el reciclaje de desechos.

#### 2.3.4.5 Calidad del ambiente interior

Durante los últimos 20 años, las investigaciones y la experiencia han mejorado nuestra comprensión sobre lo que involucra obtener una alta calidad de ambiente interior y ha revelado las



mejores prácticas de fabricación de productos y construcción que pueden prevenir el surgimiento de problemas de salud. Prevenir problemas de calidad de aire interior es generalmente menos costoso que identificar el problema y resolverlo después que han ocurrido. Existen tres tipos de estrategias: eliminación de la fuente del problema, control del problema, y disminución del problema.

Los créditos de la categoría de la calidad del ambiente interior, promueve a los diseñadores y constructores para prevenir la contaminación del aire y mejorar la calidad para un mayor confort en sus construcciones.

**Tabla 12. Requisitos de certificación según la categoría de calidad del ambiente interior**

0	0	0	Calidad Ambiental Interior		18
Sí			Prerreq	Ventilación	Obligatorio
Sí			Prerreq	Ventilación de la Combustión	Obligatorio
Sí			Prerreq	Protección de la Contaminación del Garaje	Obligatorio
Sí			Prerreq	Construcción Resistente al Radón	Obligatorio
Sí			Prerreq	Filtración del Aire	Obligatorio
Sí			Prerreq	Humo Ambiental del Tabaco	Obligatorio
Sí			Prerreq	Compartimentación	Obligatorio
			Crédito	Ventilación Mejorada	3
			Crédito	Control de Contaminantes	2
			Crédito	Regulación de los Sistemas de Distribución de Calefacción y Refrigeración	3
			Crédito	Compartimentación Avanzada	3
			Crédito	Ventilación Avanzada de la Combustión	2
			Crédito	Protección Avanzada de la Contaminación del Garaje	1
			Crédito	Productos de Bajas Emisiones	3
			Crédito	Humo No Ambiental del Tabaco	1

Fuente: (USGBC, 2014)

Prerrequisito:

- Ventilación, fomenta la reducción de los problemas de humedad, la exposición de sus ocupantes a contaminantes interiores provenientes de las cocinas, baños y otras fuentes eliminándolas y ventilando los espacios con aire exterior.
- Ventilación de la combustión, promueve limitar las fugas de gases al interior de la vivienda, se recomienda la instalación de monitores de gases.

- Protección de la contaminación del garaje, reducción de la exposición de los ocupantes de la vivienda a los gases generados en el garaje.
- Construcción resistente al radón, reducción de la exposición de los ocupantes de la vivienda al radón. El radón es un gas contaminante proveniente del suelo.
- Filtración del aire, promueve la protección de los ocupantes por medio de la reducción de partículas provenientes de los sistemas de ventilación.
- Humo ambiental del tabaco, promueve limitar la exposición de los ocupantes al humo del tabaco en el ambiente.
- Compartimentación, reducir la exposición de los ocupantes a contaminantes evitando que la transferencia entre apartamentos.

Crédito:

1. Ventilación mejorada, reducir los problemas de humedad y la exposición de los ocupantes a contaminantes en el interior de la vivienda por medio de extractores y sistemas de ventilación.
2. Control de contaminantes, reducción de exposición de los ocupantes a las partículas en suspensión en el aire a través de la eliminación y el control de la fuente.
3. Regulación de los sistemas de calefacción y refrigeración, asegurar la instalación de sistemas adecuados para el control térmico de la vivienda.
4. Reducir la exposición de los ocupantes a contaminantes evitando la transferencia entre apartamentos.
5. Ventilación avanzada de la combustión, limitar las fugas de gases al interior de la vivienda.
6. Protección avanzada de la contaminación del garaje, reducción de la exposición de los ocupantes de la vivienda a los gases generados en el garaje, se recomienda la instalación de un extractor en este espacio.
7. Producción de bajas emisiones, reducir la exposición de los ocupantes a contaminantes a través de la adecuada selección de materiales.
8. Humo no ambiental del tabaco, promueve limitar la exposición de los ocupantes al humo del tabaco en el ambiente.

### 2.3.4.7 Innovación

Esta categoría promueve la planificación y el diseño de proyectos para mejorar la coordinación y la integración de varios elementos en una residencia verde. Esta categoría crea una oportunidad para que los proyectos ganen créditos por implementar nuevas estrategias y medidas que no se encuentren descritas en el actual sistema de evaluación LEED para residencias y viviendas multifamiliares. Se pueden ganar puntos por estrategias innovadoras, desempeño ejemplar o las mejores prácticas desarrolladas en la región que tengan beneficios para la salud humana y ambiental.

Las estrategias y técnicas para la construcción de residencias verdes son más efectivas cuando son implementadas como parte de un proceso integrador. Un buen diseño puede mantener los costos bajos y asegurar una integración adecuada de técnicas sostenibles y el logro de las metas establecidas.

**Tabla 13. Requisitos de certificación según la categoría de innovación**

0	0	0	Innovación		6
Sí			Prerreq	Calificación preliminar	Obligatorio
			Crédito	Innovación	5
			Crédito	LEED AP Vivienda	1

Fuente: (USGBC, 2014)

Créditos:

1. Innovación, con el fin de maximizar las oportunidades para integrar estrategias eficientes en el diseño y la construcción de edificios sostenibles.
2. LEED AP vivienda, apoyar y fomentar la integración del equipo del proyecto ya que esto es un requerimiento para agilizar el proceso de aplicación y certificación del proyecto.

### 2.3.4.8 Prioridad regional

El objetivo final es mejorar la habilidad de los equipos de proyectos LEED, es abordar problemas ambientales críticos alrededor del mundo. Se debe especificar qué problemas ambientales identificaron en su región o país, estos pueden ser por causas naturales, ocasionados por el hombre o reflejar preocupaciones ambientales.

**Tabla 14. Requisitos de certificación según la categoría de prioridad regional**

0	0	0	Prioridad Regional	4	
			Crédito	Prioridad Regional: Crédito Específico	1
			Crédito	Prioridad Regional: Crédito Específico	1
			Crédito	Prioridad Regional: Crédito Específico	1
			Crédito	Prioridad Regional: Crédito Específico	1

Fuente: (USGBC, 2014)

Créditos:

1. Prioridad regional, promueve abordar la equidad geográfica, ambiental y social, además de las prioridades de salud pública de la región.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

Luego de haber desarrollado el marco teórico de la investigación, en este capítulo se describe la metodología a utilizar para determinar la pre-factibilidad del proyecto. Se procede a describir la estructura general y las variables de estudio de la investigación.

### **3.1 Congruencia metodológica**

#### **3.1.1 Matriz metodológica**

Considerando el crecimiento que ha tenido en los últimos años la construcción de edificios de apartamentos en Tegucigalpa y tomando en cuenta aspectos esenciales como ser la sostenibilidad ambiental en este tipo de proyectos, se realizó la presente investigación donde se elaboró un estudio de pre-factibilidad sobre la construcción de un edificio de apartamentos implementando las normas LEED.

La matriz metodológica que se muestra a continuación presenta un resumen preliminar de lo que se quiere lograr y de los aspectos a considerar en la investigación.

**Tabla 15. Matriz metodológica**

Titulo	Problema	Pregunta de investigación	Objetivo		Variables	
			General	Especifico	Independiente	Dependiente
Análisis de Pre factibilidad e implementación de las normas Leed en la tipología de edificios de apartamentos en Tegucigalpa.	Actualmente en Honduras no son consideradas las normas LEED como parte de los requerimientos para la construcción de edificios, es decir estrategias que permitan reducir el impacto ambiental. Las construcciones tanto de edificaciones residenciales como comerciales se basan en obtener los menores costos posibles, sin tener en cuenta el impacto ambiental que estas generan al medio ambiente.	¿Cuáles son los beneficios de los proyectos certificados bajo las normas LEED?	Desarrollar un estudio que permita determinar la pre factibilidad de un edificio de apartamentos ubicado en la Ciudad de Tegucigalpa, con la implementación de normas que permitan la sostenibilidad ambiental del proyecto.	Identificar la oferta habitacional en la ciudad de Tegucigalpa, en relación a los edificios de apartamentos que aplican practicas amigables con el ambiente.	Mercado actual	Parámetros de diseño y construcción
		¿Un edificio de apartamentos construido con tecnologías y lineamientos sostenibles pueden competir en el mercado con edificios de apartamentos que no consideran la sostenibilidad ambiental?		Obtener información acerca de las prácticas sostenibles que han sido aplicadas en los edificios de apartamentos construidos en Tegucigalpa.	Mercado actual	
		¿Actualmente cuantos proyectos están certificados LEED en Honduras?		Realizar un análisis de costo-beneficio en la aplicación de las normas LEED, específicamente en los edificios de apartamentos.	Costo de construcción	
		¿Cuáles son los precios actuales de los edificios de apartamentos que actualmente están a la venta en la Ciudad de Tegucigalpa?		Realizar un análisis comparativo de los costos de requeridos en la construcción de un edificio de apartamentos considerando prácticas sostenibles con edificios de apartamentos construido sin prácticas sostenibles.	Costo de construcción	
		¿Existen edificios de apartamentos con características sostenibles en la ciudad de Tegucigalpa? ¿Cuáles son?		Determinar las características que debe tener un edificio de apartamentos utilizando la normativa LEED para poder competir con el mercado actual y futuro.	Calidad del ambiente interior Eficiencia y manejo de la energía Eficiencia y manejo del agua Materiales y recursos Ubicación y transporte	

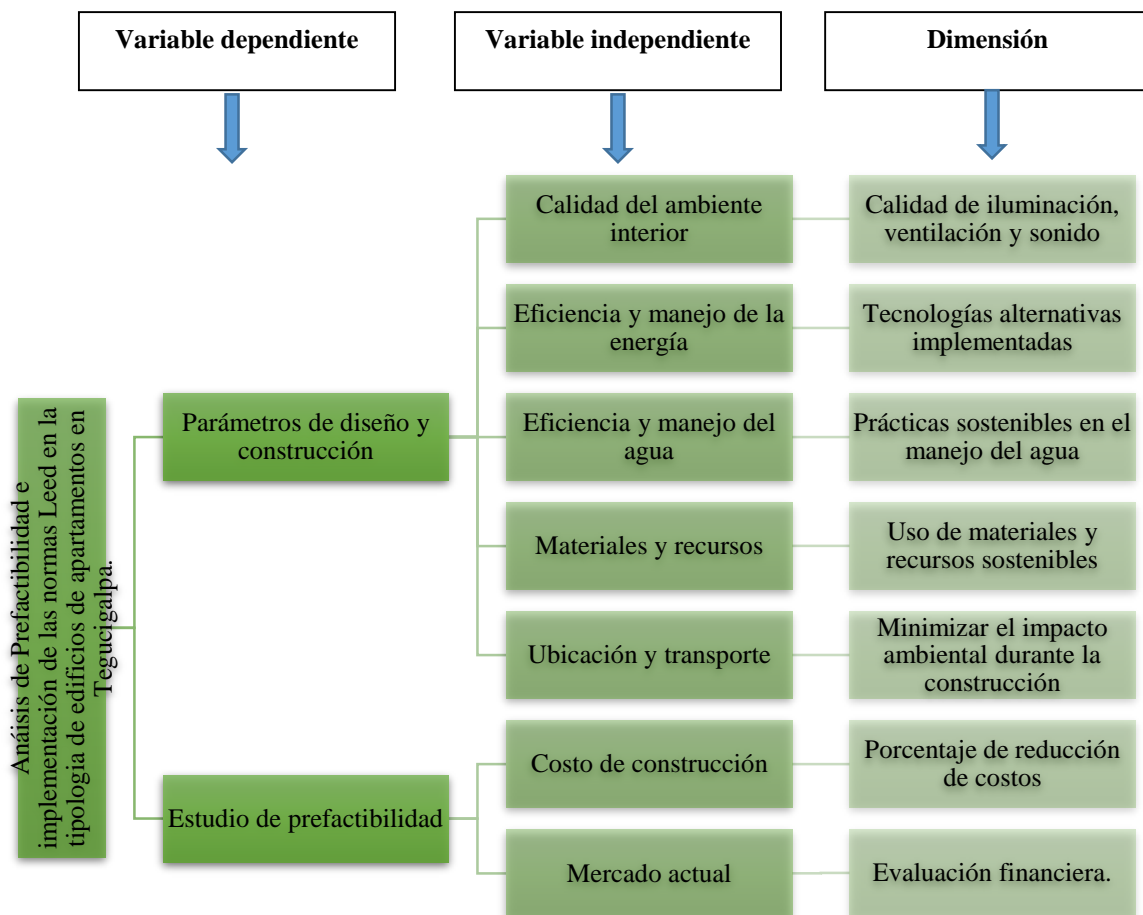
**Tabla 16. Metodología del proyecto**

Objetivo	Pregunta	Variable	Hipótesis	Enfoque	Tipo
Identificar la oferta habitacional en la ciudad de Tegucigalpa, en relación a los edificios de apartamentos que aplican prácticas sostenibles.	¿Cuáles son los beneficios de los proyectos certificados bajo las normas LEED?	Mercado actual	Hi Es posible construir un edificio de apartamentos con tecnologías sostenible, como ser las normas LEED, teniendo los mismos costos de construcción que un edificio de construcción tradicional.	Cuantitativo, se pretende comprobar por medio del análisis de los datos recabados, la pre-factibilidad de un edificio de apartamentos que implemente las normas LEED.	De tipo correlacional, ya que se desea comparar las diferentes variables identificadas y relacionarlas entre sí, de manera que se pueda determinar la pre-factibilidad del proyecto descrito, además de un análisis de los avances realizados en la aplicación de esta normativa no solo a nivel mundial sino también a nivel nacional así como los beneficios en la reducción del impacto ambiental. .
Obtener información acerca de las prácticas sostenibles que han sido aplicadas en los edificios de apartamentos construidos en Tegucigalpa.	¿Un edificio de apartamentos construido con tecnologías y lineamientos sostenibles pueden competir en el mercado con edificios de apartamentos que no consideran la sostenibilidad ambiental?	Mercado actual			
Realizar un análisis de costo-beneficio en la aplicación de las normas LEED, específicamente en los edificios de apartamentos.	¿Actualmente cuantos proyectos están certificados LEED en Honduras?	Costo de construcción.	Ho La construcción un edificio de apartamentos con tecnologías sostenible, como ser las normas LEED, no tiene los mismos costos de construcción de un edificio de construcción tradicional.	Identificar los beneficios que tiene este tipo de construcciones a través de la comparación de proyectos que consideran prácticas sostenibles y aquellos que no las consideran tanto en bienestar del usuario como en reducción de costos de construcción y mantenimiento.	
Realizar un análisis comparativo de los costos de requeridos en la construcción de un edificio de apartamentos considerando prácticas sostenibles con edificios de apartamentos construido sin prácticas sostenibles.	¿Cuáles son los precios actuales de los edificios de apartamentos que actualmente están a la venta en la Ciudad de Tegucigalpa?				
Determinar las características que debe tener un edificio de apartamentos utilizando la normativa LEED para poder competir con el mercado actual y futuro.	¿Existen edificios de apartamentos con características sostenibles en la ciudad de Tegucigalpa? ¿Cuáles son?	Parámetros de diseño y construcción			

Fuente. (Elaboración propia)

### 3.1.2. Variables de investigación

Considerando que existen varios tipos de certificación, en este caso la certificación LEED Homes es la que se aplica para proyectos multifamiliares de mediana escala, es decir desde 4 a 6 niveles y su objetivo es garantizar hogares construidos de manera sostenible y con ambientes confortables seguros para la salud de los usuarios. Esta certificación requiere del cumplimiento de ciertas normas y requisitos en ocho categorías a considerar en la construcción de edificios sustentables.



**Ilustración 9. Operacionalización de las variables**



**Tabla 17. Análisis de las variables**

Variable Dependiente	Definición		Dimensiones	Indicador
	Conceptual	Operacional		
Parámetros de diseño y construcción	Características de diseño y construcción que debe tener el edificio	Nivel de certificación LEED	Tecnologías implementadas y procesos realizados	Reducción del impacto ambiental considerando las variables independientes.
Estudio de pre factibilidad	Desarrollar un proyecto estimando costos de construcción sostenibles.	Aplicación de las normas LEED y de las tecnologías sostenibles implementadas	Evaluación financiera del proyecto	Mercado actual y costos.
Variable independiente	Definición		Dimensiones	Indicador
	Conceptual	Operacional		
Calidad del ambiente interior	Adecuado sistema de ventilación, iluminación y sonido dentro del edificio	Confort ambiental de los usuarios del edificio.	Calidad de iluminación, ventilación y sonido	Reducción de enfermedades y estrés de los usuarios
Eficiencia y manejo de la energía	Consumo de energía que tendrán los usuarios de los apartamentos	Medición del consumo mensual de energía eléctrica.	Tecnologías alternativas implementadas	Consumo de energía KWH
Eficiencia y manejo del agua	Reducción en el consumo de agua potable durante la construcción y uso del edificio	Aprovechamiento del agua mediante el uso de sistemas alternativos.	Prácticas sostenibles en el manejo del agua	Consumo de agua mensual
Materiales y recursos	Usos de materiales y recursos sostenibles	Estudio y selección de los materiales y recursos a utilizar	Uso de materiales y recursos sostenibles	Origen y transporte de los materiales
Ubicación y transporte	Ubicación óptima del proyecto.	Acceso de los ocupantes del edificio a transporte público	Minimizar el impacto ambiental durante la construcción	Certificación
Costo de construcción	Gasto monetario necesario para el diseño y la construcción del edificio	Costos de mantenimiento del edificio	Porcentaje de reducción de costos	Disminución en los costos de construcción y mantenimiento.
Mercado actual	Determinar el mercado de personas dispuestas a adquirir un apartamento.	Determinar características de usuarios capaces de adquirir un apartamento	Evaluación financiera	Nivel de aceptación de los usuarios

### 3.2 Enfoque y método

El presente estudio de investigación está basado en un enfoque cuantitativo, ya que se pretende comprobar por medio del análisis de los datos recabados. “Los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos” (Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006, p. 7).

Se utilizó el método cuantitativo ya que en la investigación se analizaron los datos recabados sobre la utilización de prácticas sostenibles, los beneficios de estas prácticas y la aceptación del mercado sobre esta tipología de edificios, con el fin de determinar la pre-factibilidad del proyecto. Los métodos utilizados en la investigación son:

- Correlacional, ya que se desea conocer la relación entre las variables identificadas para esta investigación.
- Descriptivo: permite detallar la utilización de esta normativa y los avances realizados sobre las tecnologías sostenibles y su aplicabilidad en el medio con el fin de contribuir a la reducción del impacto ambiental.

Para tener un enfoque cuantitativo en la investigación, se utilizaron técnicas como ser: entrevistas, encuestas a la población económicamente activa de la ciudad de Tegucigalpa, y se realizó un análisis de costos del proyecto para determinar la pre factibilidad del mismo.

### 3.3 Diseño de la investigación

La investigación se basó en el diseño de Triangulación Concurrente, “...pretende confirmar o corroborar resultados y efectuar validación cruzada entre datos cuantitativos y cualitativos, así como aprovechar las ventajas de cada método y minimizar sus debilidades”(Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, p. 557).

Se recopiló información sobre el precio de venta de algunos de los proyectos que se encuentran actualmente en la ciudad de Tegucigalpa, así como las características de los edificios que incluyen alternativas para la reducción del impacto ambiental y los costos de estos. El diseño de la investigación está compuesto de las siguientes etapas:



#### **Ilustración 10. Diseño de la investigación**

Fuente: (Elaboración propia)

#### 3.3.1 Población

La investigación se realizó en la ciudad de Tegucigalpa, Francisco Morazán ya que el terreno para la construcción del edificio se encuentra ubicado en la colonia Miraflores, por lo que se recabaron datos de materiales, proveedores de materiales que proporcionen un uso eficiente del agua y la energía, proyectos similares, alternativas ambientalmente amigables utilizadas, consultas con profesionales del área de construcción y usuarios de los proyectos residenciales.

#### 3.3.2 Muestra

Hernández Sampieri et al. (2014) afirma: “La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población” (p. 173).

El muestreo para esta investigación se realizó en la ciudad de Tegucigalpa, según datos del Instituto Nacional de Estadística, la población económicamente activa del Distrito Central es de 496,873 personas, el 31.5 % de estas personas son menores de 25 años (INE, 2015) que se deben excluir para el cálculo de la muestra, este segmento de la población se excluye ya que estas personas no pueden acceder a un crédito bancario para la obtención de una vivienda, por lo que la población que es de 340,358 personas. Al realizar el cálculo de la muestra para una población de 340,358 personas con un nivel de confianza de 1.96 y un error muestral de 5%, obtenemos un tamaño de la muestra de 384 personas.

Se aplicó la siguiente fórmula para el cálculo de la muestra probabilística, necesaria para la realización de este estudio, la cual se detalla a continuación:

$$n = \frac{NZ^2 * P(1 - P)}{(N - 1)e^2 + Z^2 * P(1 - P)}$$

**Ilustración 11. Fórmula para el cálculo de la muestra**  
Fuente. (Sampieri, 2010)

Los datos para la aplicación de la formula son los siguientes:

**Tabla 18. Datos para la obtención de la muestra**

Tamaño de la Población	N	340,358
Nivel de confianza (95%)	Z	1.96
Valor estimado conocido	P	0.50
Valor estimado desconocido	(1-P)	0.50
Error estándar	e	0.05

$$n = \frac{(340,358) (1.96)^2 * (0.5 (1-0.5))}{(340,358-1)(0.05)^2 + (1.96)^2 *(0.5 (1-0.5))}$$

$$n = \frac{(340,358)(3.84) * (0.25)}{(340,357)(0.0025)^2 + (3.84)^2 *(0.25)}$$

$$n = \frac{326,879.82}{851.85}$$

$$n = 383.72 \approx 384 \text{ personas}$$

De acuerdo al cálculo antes planteado, se necesita una muestra de 384 personas para la aplicación de la encuesta, para poder realizar un análisis de un nivel de confianza del 95% y con un error máximo aceptado del 5%.

### 3.3.3 Unidad de análisis

La unidad de análisis son las encuestas aplicadas a la población económicamente activa del Distrito Central, los edificios de apartamentos que están actualmente en el mercado.

### 3.3.4 Unidad de respuesta

La unidad de respuesta de la investigación son los resultados obtenidos por los instrumentos aplicados, así como la rentabilidad del proyecto.

## 3.4 Técnicas e instrumentos aplicados

La obtención de los datos de la investigación se realizó a través del uso de los diferentes instrumentos a continuación especificados:

- Encuesta: Se aplicó la encuesta de forma electrónica a 384 personas económicamente activas, con el fin de obtener datos que nos permitan hacer los respectivos análisis necesarios para determinar la pre factibilidad del proyecto.
- Recolección de información a través de medios impresos y digitales: Información obtenida en páginas web, periódicos, anuncios, etc.

- Visitas a proyectos similares: Visitas a proyectos de apartamentos desarrollados en Tegucigalpa con características sostenibles, obteniendo información sobre alternativas de construcción utilizadas, materiales, reducción del impacto ambiental en el proyecto, descripción de la oferta al público y costos por metro cuadrado de construcción.
- Entrevistas a profesionales en el rubro de la construcción y a sostenibilidad.
- Entrevistas a usuarios de proyectos con características sostenibles.

#### 3.4.1 Procedimientos

Pláticas con profesionales relacionados al tema de la construcción sostenible, con el propósito de obtener la información base para la investigación; una vez analizada esta información se procedió observar en el medio cuales son los proyectos de apartamentos de construcción que actualmente se están desarrollando en la ciudad.

Una vez analizados los proyectos, se seleccionarán aquellos proyectos que ofrecen a sus usuarios diferentes alternativas de reducción de impacto ambiental, se realizó una visita a proyectos con estas características para determinar los beneficios que estos ofrecen.

#### 3.4.2 Limitaciones del estudio

- Durante la investigación se encontró con la limitante de no poder realizar algunas de las entrevistas esperadas, debido a la falta de respuesta de las empresas a las que se les solicito la misma.
- Dificultad para ingresar e inspeccionar los diferentes proyectos de construcción de apartamentos existentes en la ciudad, debido a la falta de respuesta positiva por parte de los desarrolladores de los proyectos.
- La disponibilidad de información sobre la utilización de nuevas alternativas y tecnologías para reducción de impacto ambiental en el país es limitada.

## **CAPÍTULO IV RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente estudio hace una aplicación de la certificación LEED en un edificio de apartamentos ubicado en Tegucigalpa, con el fin de determinar las características de diseño y construcción que debe tener esta edificación para optar a una certificación y a su vez que pueda competir en el mercado nacional en cuanto a costos y calidad; a su vez se busca determinar el costo económico de la aplicación de estas características sostenibles y determinar qué porcentaje aumenta o disminuye el precio en comparación con proyectos de esta misma tipología.

Para realizar todo lo antes mencionado es necesario determinar qué características de diseño y construcción necesitamos de acuerdo a los requerimientos necesarios para optar a esta certificación.

### **4.1 Parámetros de diseño y construcción**

La certificación LEED cuenta con 8 categorías para la obtención de créditos, de acuerdo a los créditos obtenidos se establece el tipo de certificación otorgada. En esta investigación se le dió prioridad a 5 categorías las cuales se consideraron como variables independientes, que a su vez dan como resultado los parámetros de diseño y construcción del proyecto.

#### **4.1.1 Eficiencia y manejo de la energía**

Los sistemas tradicionales de generación de energía contribuyen a la contaminación y al cambio climático. Los edificios de apartamentos y las viviendas son una de las principales fuentes de consumo de energía. Una vivienda certificada LEED utiliza entre 30% y 40% menos de electricidad. En esta categoría se pretende disminuir el consumo de energía.

La eficiencia y manejo de la energía entra en la categoría de energía y atmósfera, esta categoría ofrece un máximo de 37 puntos (la categoría de LEED que más puntaje tiene), tiene como objetivo la reducción del uso de la energía, eficiencia del diseño y la utilización de energías renovables. A continuación, se mencionan las características que debe tener el proyecto para

disminuir el consumo de energía y optar a la obtención de puntos en cuanto a la eficiencia energética.

**Tabla 19. Eficiencia energética del proyecto**

Características	Beneficios	Análisis de precios.
Iluminación Led	-Ahorro del 75-90% de energía. -Eficiencia de iluminación, el 90% de la energía que consume se transforma en luz -Duración equivalente a 20 lámparas comunes	El precio es aproximadamente L. 500.00 por unidad (incluye lámpara y foco) según precios de la empresa Lumiart.
Calentadores de agua solares	-Estos calentadores utilizan energía solar para cambiar la temperatura del agua, para lavatrazos, duchas, lavamanos, etc. -Se recomienda 10 galones por persona -Ahorran un 80% en consumo de energía	-Calentador para 4-6 personas de 55 galones tienen un costo de L.26, 764.67 sin incluir instalación.
Paneles solares	-Capturan la luz solar y la convierten en energía eléctrica, la vida útil es de 25-30 años -Ahorran hasta un 100% en el consumo de energía	-Panel solar de 300w aproximadamente L22,000.00
Iluminación exterior solar	-Requieren poco mantenimiento para su funcionamiento. -Cuentan con un sistema de carga, encendido y apagado automático de la lámpara dependiendo de la cantidad de luz del ambiente. - No requieren energía eléctrica.	-Tienen un costo que va de L.9, 600.00 en adelante.
Iluminación natural	-Uso de la iluminación natural del día en la mayoría de espacios posibles, para evitar encender luces y por ende disminuir el consumo eléctrico.	No tienen ningún costo.

Fuente: (Elaboración propia)



**Ilustración 12. Calentador de agua solar**

Fuente: <http://solariseco.com/productos>





### Ilustración 13. Iluminación exterior solar

Fuente: imagen obtenida: <http://www.indisect.com/luminarias-solares-led-modelo-1-iscet-ecoled-30w-10>

Al implementar todo lo mencionado en el cuadro anterior en la realización del proyecto, se espera obtener el puntaje que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 20. Créditos LEED esperados en la categoría de energía y atmosfera.**

	Créditos disponibles	Dimensión	Créditos esperados	Resultados esperados
<b>Energía y atmosfera</b>	Prerrequisito	Desempeño energético mínimo	No aplica	Disminuir el gasto de energía mensual.
	Prerrequisito	Medición del consumo de energía	No aplica	Medición mensual de la energía a través del contador.
	Prerrequisito	Educación del propietario de la vivienda, inquilino o administrador del edificio.	No aplica	Instalación de una junta de inquilinos que conozca las tecnologías sostenibles implementadas y su funcionamiento, que a su vez se encargue de su respectivo cuidado.
	30	Consumo de energía anual	22	-Disminución de un 60% del uso de energía eléctrica mensual.
	5	Distribución eficiente del agua caliente	3	Mejor distribución del agua caliente al dejar cerca las áreas que lo requieren y de esta manera evitar desperdicios.
	2	Registro avanzado de electrodomésticos	0	Utilización de electrodomésticos de bajo consumo energético

Fuente: (Elaboración propia)

Se espera obtener un total de 25 puntos de los 38 posibles en esta categoría, esto con la implementación de las tecnologías sostenibles mencionadas en la tabla número 19.

Los beneficios de la aplicación de tecnologías sostenibles para el manejo eficiente de la energía eléctrica, se encuentra detallado en la tabla No 21, donde se pueden ver los ahorros significativos de las facturas mensuales, en base a un ahorro del 50% al 70% con el uso de equipos altamente eficientes detallados en la tabla 19.

**Tabla 21 Ahorro en factura mensual de energía eléctrica**

Consumo Mensual KWH	Gasto por Consumo Lps.	Ahorro en KWH Tecnologías Sostenibles		Gasto por Consumo mensual con aplicación de Tecnologías Sostenibles Lps		Ahorro Mensual con la aplicación de tecnologías sostenibles (Lps.)	
		50%	70%	50%	70%	50%	70%
100	315.27	50.00	30.00	127.82	98.57	<b>187.45</b>	<b>216.70</b>
200	686.81	100.00	60.00	315.27	167.33	<b>371.54</b>	<b>519.48</b>
300	1,058.35	150.00	90.00	499.36	279.13	<b>558.99</b>	<b>779.22</b>
400	1,429.89	200.00	120.00	686.81	387.56	<b>743.08</b>	<b>1,042.33</b>
500	1,798.05	250.00	150.00	870.89	499.36	<b>927.16</b>	<b>1,298.69</b>
600	2,169.59	300.00	180.00	1,058.35	611.15	<b>1,111.24</b>	<b>1,558.44</b>
700	2,541.13	350.00	210.00	1,242.43	722.95	<b>1,298.70</b>	<b>1,818.18</b>
800	3,336.86	400.00	240.00	1,429.89	834.75	<b>1,906.97</b>	<b>2,502.11</b>
900	3,762.48	450.00	270.00	1,613.97	946.55	<b>2,148.51</b>	<b>2,815.93</b>
1,000	4,188.10	500.00	300.00	1,798.05	1,058.35	<b>2,390.05</b>	<b>3,129.75</b>
1,100	4,613.71	550.00	330.00	1,985.51	1,170.15	<b>2,628.20</b>	<b>3,443.56</b>
1,200	5,039.33	600.00	360.00	2,169.59	1,278.57	<b>2,869.74</b>	<b>3,760.76</b>
1,300	5,468.32	650.00	390.00	2,357.05	1,390.37	<b>3,111.27</b>	<b>4,077.95</b>
1,400	5,897.31	700.00	420.00	2,541.13	1,502.17	<b>3,356.18</b>	<b>4,395.14</b>
1,500	6,326.30	750.00	450.00	2,728.59	1,613.97	<b>3,597.71</b>	<b>4,712.33</b>
1,600	6,758.67	800.00	480.00	3,336.86	1,725.77	<b>3,421.81</b>	<b>5,032.90</b>
1,700	7,191.04	850.00	510.00	3,551.36	1,837.57	<b>3,639.68</b>	<b>5,353.47</b>
1,800	7,626.78	900.00	540.00	3,762.48	1,949.37	<b>3,864.30</b>	<b>5,677.41</b>
1,900	8,065.90	950.00	570.00	3,976.98	2,061.17	<b>4,088.92</b>	<b>6,004.73</b>
2,000	8,505.02	1,000.00	600.00	4,188.10	2,169.50	<b>4,316.92</b>	<b>6,335.52</b>

Fuente: (Elaboración propia. Datos obtenidos de <http://www.enee.hn/index.php/atencion-al-cliente/757-calculos-tarifas>).

El gasto por consumo con tecnologías sostenibles se calculó en base a los datos obtenidos de la página de la ENEE que se encuentra en la parte inferior de la tabla, ya que el precio por KWH varía de acuerdo al consumo de cada familia, es decir entre menos es el consumo de energía menor es el precio del KWH y entre mayor sea el consumo de energía, mayor es el precio del KWH.

#### 4.1.2 Eficiencia y manejo del agua.

Esta categoría ofrece un máximo de 12 puntos, tiene como objetivo la reducción del consumo del agua potable, a través del uso eficiente de la misma y de tecnologías que permitan aprovechar al máximo este recurso. En esta categoría se pretende disminuir el consumo de agua. Se considera que una persona usa el agua de manera al utilizar 119 litros al día, un gasto mayor que esta se considera un gasto no racional. El 41% del agua en el consumo del hogar se debe al uso del servicio sanitario y el 37% al lavado de la ropa, el resto a otras actividades como ser: riego, preparación de alimentos, aseo, etc. De acuerdo a lo anterior se proponen las siguientes medidas de sostenibilidad.

**Tabla 22. Análisis de la eficiencia y uso del agua del proyecto**

Características	Beneficios	Análisis de precios
Equipos hidrosanitarios de bajo consumo de agua	-Inodoros de bajo consumo de agua 4.8 litros por descarga, lo cual equivale a 63% menos de los inodoros tradicionales que consumen 13 litros por descarga. -Duchas con consumos menores a 6.00 litros por minuto. -Grifos para lavamanos con consumos menores a 5 litros por minuto.	Los precios varían de acuerdo a la marca, los más económicos que se encuentran en el mercado son la marca American standard, el precio no varía significativamente en comparación con aparatos comunes.
Planta de tratamiento de aguas grises	-Se utiliza para consumo de agua que no es imprescindible que sea potable como ser: riego, inodoro.	-El precio de una planta de 3.000.00 litros. Según precios de Durman es de aproximadamente L.160,000.00.

Fuente: (Elaboración propia)

**Tabla 23. Créditos esperados en la categoría eficiencia y manejo del agua.**

	Créditos disponibles	Dimensión	Créditos esperados	Resultados esperados
Uso eficiente del agua	Prerrequisito	Medición del consumo de agua	No aplica	Manejo eficiente del agua
	12	Consumo total de agua (suma del consumo interior y exterior)	8	Disminución en el consumo del agua interior y exterior en un 41%, que es el consumo que se utiliza para inodoros.
	6	Consumo de agua en el interior.	4	-Reemplazo de agua potable en sanitarios por el uso de planta de tratamiento de aguas grises.
	6	Consumo de agua en el exterior	4	-Reemplazo de agua potable en riego del exterior y lavado de vehículos por el uso de la planta de tratamiento de aguas grises.

Fuente: (Elaboración propia)

Se espera obtener un total de 8 puntos de los 12 posibles en esta categoría, esto con la implementación de las tecnologías sostenibles mencionadas en la tabla número 21.

En la Tabla No.24, se puede observar los ahorros en la factura mensual por pago de consumo de agua potable al aplicar las tecnologías sostenibles detalladas en la tabla 21, pudiéndose obtener un ahorro de un 40% en el pago por este servicio.

**Tabla 24 Ahorro en factura mensual de agua con la aplicación de tecnologías sostenibles**

<b>Gasto mensual actual Mensual Lps.</b>	<b>Ahorro 40% Tecnologías Sostenibles</b>	<b>Gasto Mensual Tecnologías Sostenibles</b>	<b>Ahorro Tecnologías Sostenibles</b>
200.00	80.00	120.00	<b>80.00</b>
300.00	120.00	180.00	<b>120.00</b>
400.00	160.00	240.00	<b>160.00</b>
500.00	200.00	300.00	<b>200.00</b>
600.00	240.00	360.00	<b>240.00</b>
700.00	280.00	420.00	<b>280.00</b>
800.00	320.00	480.00	<b>320.00</b>
900.00	360.00	540.00	<b>360.00</b>
1000.00	400.00	600.00	<b>400.00</b>
1100.00	440.00	660.00	<b>440.00</b>
1200.00	480.00	720.00	<b>480.00</b>
1300.00	520.00	780.00	<b>520.00</b>
1400.00	560.00	840.00	<b>560.00</b>
1500.00	600.00	900.00	<b>600.00</b>

Fuente: (Elaboración propia)

#### 4.1.3 Materiales y recursos

En esta categoría se pretende utilizar materiales y recursos sustentables como ser; productos orgánicos, reciclados, ahorradores de agua o energía, o que su elaboración de haya realizado de manera sostenible; en esta categoría también se trata de disminuir los residuos que quedan durante la construcción. La tabla 23 muestra los materiales y recursos que se recomienda usar para lograr la sostenibilidad del proyecto en cuanto a esta categoría se refiere.

Se recomienda que los materiales de construcción sean de proveedores que estén lo más cerca posibles de la construcción y evitar exportarlos, ya que entre más largo sea el recorrido de los materiales, se desperdician más recursos.

**Tabla 25. Análisis de los materiales y recursos del proyecto.**

Características	Beneficios	Análisis de Precio
Madera certificada para asegurarnos de su producción y origen sostenible	-Requiere menos energía para trabajarla -Debido a su peso los costos de transporte son bajos. -Es un material aislante natural, que brinda un clima agradable en el interior de los espacios. -Es un material renovable.	- La madera producida de madera sostenible puede llegar a tener un costo de 5 a 15% más elevado.
Pinturas naturales, sin sustancias que perjudican al medio ambiente	-No producen residuos nocivos para el ambiente. -Se elaboran de manera respetuosa con el medio ambiente,	-Según información de Sherwin Willian el precio es de aproximadamente L. 800.00 a 1,200.00. Según la cantidad que se compre.
Incorporación de fachadas verdes en lugares estratégicos.	-Mejora la calidad del aire, remueve dióxido de carbono y absorbe la polución. -Se necesita un bajo consumo de agua y poco mantenimiento. -Fácil instalación que se adapta a diferentes materiales, como vidrios. -Funcionan como aislante térmico.	Es más económico que el uso de enchapes.
Sistemas de separación de basura incorporada al diseño.	-Recolección de basura más eficiente. -Fácil separación entre productos plásticos, latas, etc., para su posterior distribución. - Obtención de ingresos económicos para el edificio por la venta latas y plásticos	- No requiere de costos económicos.
-Uso de enchapes de bambú	-Vegetación con una alta absorción de CO2 - Se considera materia prima renovable	- El precio oscila desde 20 dólares por m <sup>2</sup> en adelante.
-Uso de ventanas con vidrio low-e.	-Evitan el consumo de energía -Mejoran la acústica y ayudan con el aislamiento del calor -Protegen de los rayos ultravioleta protegiendo los acabados y materiales del interior de los espacios.	- El precio es 30% más elevado que el vidrio crudo que se utiliza comúnmente en ventanera residencial.
Plan para la disminución de desperdicios.	- Se debe realizar un diseño eficiente, con modulaciones de enchapes que disminuyan el desperdicio. -Separación de desechos para su uso posterior (reutilización de los mismos)	-No aplica.

Fuente: (Elaboración propia)

Al implementar estas características en la realización del proyecto, se espera obtener un puntaje de 5 puntos de los 9 disponibles en esta categoría.

**Tabla 26. Créditos obtenidos en la categoría de materiales y recursos**

	Créditos disponibles	Dimensión	Créditos esperados	Resultados esperados
<b>Materiales y recursos</b>	Prerrequisito	Madera tropical certificada	No aplica	-Utilización de madera sostenible o reciclada durante la construcción del proyecto.
	Prerrequisito	Gestión de la durabilidad	No aplica	-Uso de materiales duraderos, un diseño eficiente.
	1	Verificación de la Gestión de la Durabilidad	1	-Uso de materiales y recursos sostenibles de buena calidad y de bajo mantenimiento,
	5	Productos preferibles medioambientales.	3	-Minimizar el uso consumo de productos, a través de una supervisión adecuado del uso de los mismos de parte del proveedor.
	3	Gestión de desechos de construcción.	1	-Reutilización de materiales de construcción, separación eficiente de desechos.

Fuente: Elaboración propia.



**Ilustración 14. Uso de fachadas verdes en las edificaciones**

Fuente: imagen recuperada de

[http://www.larepublica.co/sites/default/files/larepublica/foros/archivos/temas/HOTEL%20SOSTENIBLE%20BIOHOTEL%20NOV2015%20version%20final%20\(1\).pdf](http://www.larepublica.co/sites/default/files/larepublica/foros/archivos/temas/HOTEL%20SOSTENIBLE%20BIOHOTEL%20NOV2015%20version%20final%20(1).pdf)

#### 4.1.4 Calidad del ambiente interior

Esta categoría ofrece un total de 18 puntos, consiste en la calidad de aspectos interiores de la edificación como ser: ventilación, iluminación, ruido; es decir las características de diseño que brinden confort a sus ocupantes.

**Tabla 27. Análisis de la calidad del ambiente interior del proyecto**

características	Recomendaciones	Análisis de precio
Orientación adecuada del edificio.	-Se recomienda una orientación preferible de las ventanas más grandes de norte a sur. -Las áreas más usadas de la vivienda deben evitar ubicarse en el este y oeste.	- No requiere de costos económicos.
Ventilación	-Dejar ventanas en la mayoría de los espacios de la vivienda para un aprovechamiento de iluminación natural y ventilación. (Excepto en las áreas este-oeste que es donde más se debe de cuidar del asoleamiento)	- No requiere de costos económicos
Espacios verdes en las terrazas y balcones	-Mejora la calidad del aire, remueve dióxido de carbono y absorbe la polución. -Se necesita un bajo consumo de agua y poco mantenimiento.	-Costos mínimos de jardinería
Vegetación alrededor de la edificación	-Reducir el impacto del ruido del exterior	-Costos mínimos de jardinería
-Equipos de aire acondicionado con tecnologías inverter	- Tienen una alta eficiencia energética en comparación con los demás equipos. - Se adapta a las necesidades climatologías según momentos determinados.	- Empresas como wolozny distribuyen este equipo a un costo de 30% a 40% más del equipo convencional.

Fuente: (Elaboración propia)

Al implementar todo lo mencionado en la tabla 25, se espera obtener un puntaje de 9 puntos de los 18 disponibles.

Los beneficios de la aplicación de tecnologías sostenibles para el manejo eficiente de la energía eléctrica, se encuentra detallado en la tabla No XXX, donde se pueden ver los ahorros significativos de las facturas mensuales, en base a un ahorro del 50% al 70% con el uso de equipos altamente eficientes.



**Tabla 28. Créditos esperados en la categoría de calidad ambiental interior**

	Créditos disponibles	Dimensión	Créditos esperados	Estrategias implementadas
Calidad ambiental interior	Prerrequisito	Ventilación	No aplica	-Ubicación de ventanas en el 90% de los espacios
	Prerrequisito	Ventilación de la combustión	No aplica	-No aplica ya que en nuestro país no se utiliza sistema de gas.
	Prerrequisito	Protección de la contaminación del garaje	No aplica	-Protección de los contaminantes y la humedad proveniente del suelo, con el uso de aislantes y firme de concreto y pisos.
	Prerrequisito	Construcción resistente al radón (gas contaminante proveniente de suelo y aire)	No aplica	
	Prerrequisito	Filtración del aire	No aplica	-Mantenimiento del equipo de aire en caso de tener estos equipos en el proyecto.
	Prerrequisito	Humo ambiental del tabaco	No aplica	-Uso de terrazas y balcones en todo el proyecto.
	Prerrequisito	Compartimentación	No aplica	-Uso de paredes sólidas dobles entre apartamentos.
	3	Ventilación mejorada	2	-Ubicación de ventanas en espacios estratégicos para aprovechar la ventilación natural y uso de áreas verdes en el interior del proyecto.
	2	Control de contaminantes	1	-Ubicación de extractores en baños y cocina.
	3	Regulación de los sistemas de Distribución de calefacción y refrigeración	2	-Un calentador solar por apartamento para evitar recorridos grandes. -Agua caliente en duchas, lavamanos y lavaplatos.
	3	Compartimentación avanzada	1	-Mínima transferencia de ruido entre apartamentos.
	2	Ventilación avanzada de la combustión	1	-El proyecto no cuenta con instalaciones de gas.
	1	Protección avanzada de la contaminación del garaje	0	No aplica.
	3	Productos de bajas emisiones	1	-Uso de materiales ecológicos, en enchapes, loza sanitaria, aislantes, etc.
1	Humo no ambiental del tabaco	1	-Terrazas y balcones en todos los apartamentos.	

Fuente: (Elaboración propia)

#### 4.1.5 Ubicación y transporte

Esta categoría evalúa la ubicación del proyecto, tratando de minimizar el daño ambiental en el lugar y los alrededores en donde se realizará la construcción; a su vez considera el desplazamiento de las personas involucradas en el proyecto, tanto los usuarios como los ejecutores del mismo, con el fin de promover el uso de transporte público, las caminatas, el uso de bicicletas, y así reducir la contaminación que provoca el uso del automóvil.

**Tabla 29. Análisis de la categoría de ubicación y transporte del proyecto.**

Estrategia a utilizar	Recomendaciones	Precio
Minimizar el impacto en el área de la construcción y sus alrededores.	-Minimizar el deterioro ambiental en los sitios aledaños al proyecto. - Evitar la contaminación con materiales de construcción y residuos alrededor del proyecto	No aplica
Selección adecuado del sitio	El terreno no es inundable y no afecta ningún tipo de área verde ni la vegetación de la zona.	No aplica
Transporte publico accesible	-El transporte público del lugar es accesible lo que evita la contaminación ocasionada por el automóvil.	No aplica
Selección adecuada de vegetación en áreas verdes	Plantas que necesiten poco consumo de agua.	Costos mínimos

Fuente: (Elaboración propia)

Al implementar todo lo mencionado en la tabla anterior, se espera obtener el puntaje que se muestran a continuación; según estos resultados se espera obtener un total de 6 puntos de los 15 disponibles. A esta categoría se consideró una baja puntuación ya que existe un problema social que impide que se desarrolle con éxito la preferencia por el uso de transporte público de los usuarios del proyecto, esto debido a las condiciones de inseguridad de la Ciudad de Tegucigalpa.

**Tabla 30. Créditos esperados en la categoría de ubicación y transporte.**

	Créditos disponibles	Dimensión	Créditos esperados	Resultados esperados
Ubicación y transporte	Prerrequisito	Evitar terrenos inundables	No aplica	La ubicación del terreno y sus alrededores no son inundables.
	Total de los puntos de esta categoría	Ubicación para el desarrollo de barrios LEED.	No aplica	-No provoca daño ambiental a la colonia en la cual está ubicado el proyecto.
	8	Selección del sitio	4	-Sitio sin ningún impacto negativo.
	3	Desarrollo compacto	1	-Fácil movilización en el proyecto y sus alrededores.
	2	Recursos comunitarios	0	No aplica.
	2	Acceso al transporte público	1	-Los usuarios pueden acceder de manera fácil en caso que lo requieran.

Fuente: Elaboración propia)

Según el análisis anterior se espera obtener un total de 53 puntos, lo cual equivale a la certificación plata (50-59 puntos), en caso de tener menos puntos se puede aplicar a la obtención de la certificación de rango menor que ofrece LEED que requiere un mínimo de 40 puntos.

## 4.2 Estudio de pre factibilidad.

### 4.2.1 Estudio de mercado.

El estudio de mercado nos ayuda realizar un análisis de los componentes del mercado que pueden afectar de manera positiva o negativo a determinado proyecto. Este estudio nos ayudó a determinar los precios que las personas están dispuestas a pagar por los apartamentos y las características que debe tener el proyecto, entre otros

#### 4.2.1.1 Análisis de la competencia e industria.

Se presenta a continuación un análisis de datos recabados sobre la oferta de apartamentos en la ciudad de Tegucigalpa, con el fin de describir la industria y la competencia en la que se encuentra el proyecto. Se recopila información sobre los proyectos actuales, su oferta (distribución de los espacios interiores y exteriores), área total del apartamento en metros cuadrados de construcción y el precio compra del mismo.

##### a. Industria

Actualmente en la ciudad se están desarrollando varios proyectos de vivienda, es decir la construcción de edificios de apartamentos, estos en su mayoría además de contar con los espacios básicos cuentan con dos, tres y hasta cuatro habitaciones.

##### b. Factor Económico

Según los datos obtenidos de las encuestas se puede decir que el 29.60% de las personas, tienen un ingreso económico familiar mayor a L. 55,000 y un 39% de las personas alquilan vivienda. Se debe considerar que dentro de las personas encuestadas existe un porcentaje de estas que son solteros y que aún viven junto a sus padres por lo tanto comparten gastos de vivienda por lo que consideran que tienen vivienda propia, sin embargo, mencionaron que desean adquirir un apartamento que aplique tecnologías sostenibles.

### c. Factor Político

En el Distrito Central, la oficina encargada de velar por el cumplimiento del reglamento de zonificación, obras y uso del suelo, a través de la emisión de licencias, dictámenes, constancias, etc., es la Gerencia del Control de la Construcción. A pesar de existir reglamentos y procedimientos a seguir para la construcción de cualquier edificación, la gerencia de control de la construcción otorga los permisos de construcción en base a los planos entregados por parte del solicitante, pero no existe una supervisión sobre los procedimientos de construcción y la calidad de los mismos, no se asegura que la construcción realizada concuerde con el diseño presentado.

Se debe recalcar que no existen reglamentos para la aplicación de las diferentes tecnologías sostenibles que existen en nuestro medio, estas son aplicadas según las consideraciones del cliente y el diseñador del proyecto. Las pocas tecnologías sostenibles en nuestro medio, son aplicadas bajo la supervisión de algunos proveedores que existen en la ciudad y cumpliendo los requerimientos técnicos del producto. Sin embargo, no se promueve el uso de tecnologías sostenibles por parte del gobierno, sino que esto depende de la disponibilidad del cliente para la aplicación de las mismas.

Analizando los costos de los apartamentos actualmente disponibles en el mercado, el costo promedio del metro cuadrado de construcción es de \$ 933.35, este costo promedio se utilizará para compararlo con los datos que se obtendrán del cálculo de costos del edificio propuesto. Es fundamental consideración la ubicación del lugar, ya que la zona en la que se encuentra el proyecto influye en el precio del mismo.

**Tabla 31. Análisis de precios de apartamentos disponibles en el mercado.**

Nombre del proyecto	Número de habitaciones	Área	Precio de Venta	Precio M2
Villas San Manuel	2 habitaciones	117 m <sup>2</sup>	\$ 115,500	\$ 987.18
Villas San Manuel	3 habitaciones	130 m <sup>2</sup>	\$ 121,000	\$ 930.77
Residencial San Manuel	4 habitaciones	200 m <sup>2</sup>	\$ 148,000	\$ 740.00
Villa los Tulipanes	3 habitaciones	258.57 v <sup>2</sup> de terreno, 200 m <sup>2</sup>	\$ 195,000	\$ 975.00
Villas Roble Vista	3 habitaciones	110 m <sup>2</sup>	\$ 84,000	\$ 763.64
Villas del Real	3 habitaciones	133 m <sup>2</sup>	\$ 112,000	\$ 842.10
Villas del Real	3 dormitorios	157 m <sup>2</sup>	\$ 115,000	\$ 732.48
Chalets de Valle de Ángeles	2 habitaciones	150 m <sup>2</sup>	\$ 110,000	\$ 733.33
Trapiche	3 habitaciones	235 m <sup>2</sup>	\$ 285,000	\$ 1,212.77
Lomas del Portillo	3 habitaciones	74 m <sup>2</sup>	L. 1,425,000	L. 19,256.76
Altos de las Canarias	3 habitaciones	110 m <sup>2</sup>	\$ 145,000	\$ 1,318.18
Altos de Trapiche	3 habitaciones	62 m <sup>2</sup>	L. 1,489, 800	L. 24,029.03
Altos de Trapiche	2 habitaciones	52 m <sup>2</sup>	L. 1,260,600	L. 24,242.31

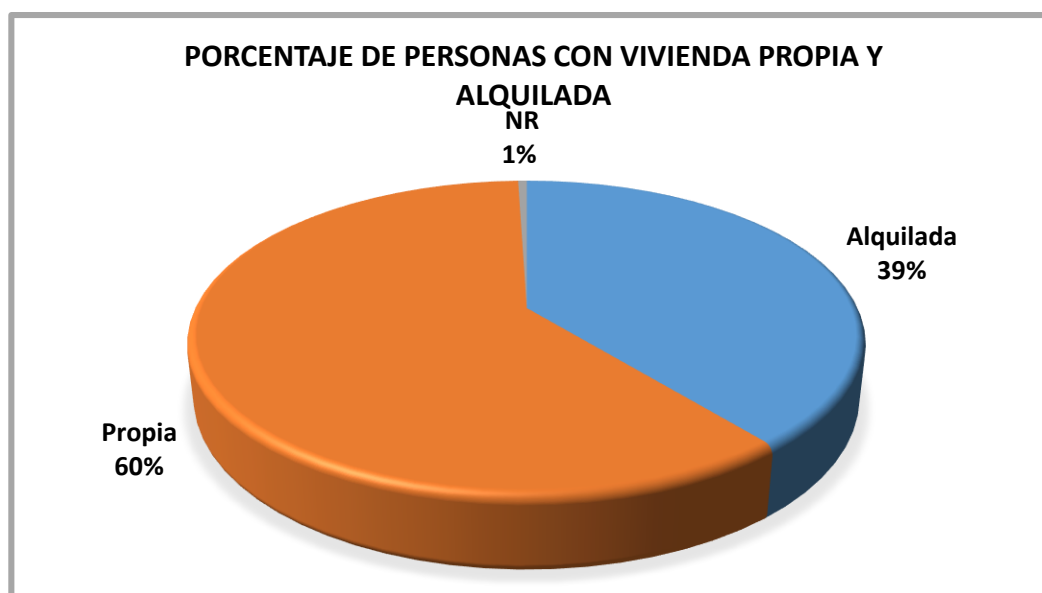
Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.2. Análisis del consumidor

Se analizó el consumidor con el fin de realizar un estudio de mercado como parte del estudio de pre factibilidad del proyecto, este se hace en base a las encuestas realizadas para determinar si realmente existe demanda de vivienda en la ciudad de Tegucigalpa y la aceptación de las construcciones sostenibles en nuestro medio.

Se encuestaron trescientas ochenta y cuatro personas, dato que se obtuvo del cálculo de la muestra, a quienes se les realizaron las preguntas deseadas para lograr un análisis del mercado, los resultados fueron los siguientes:

## 1. Porcentaje de personas con vivienda propia o vivienda alquilada



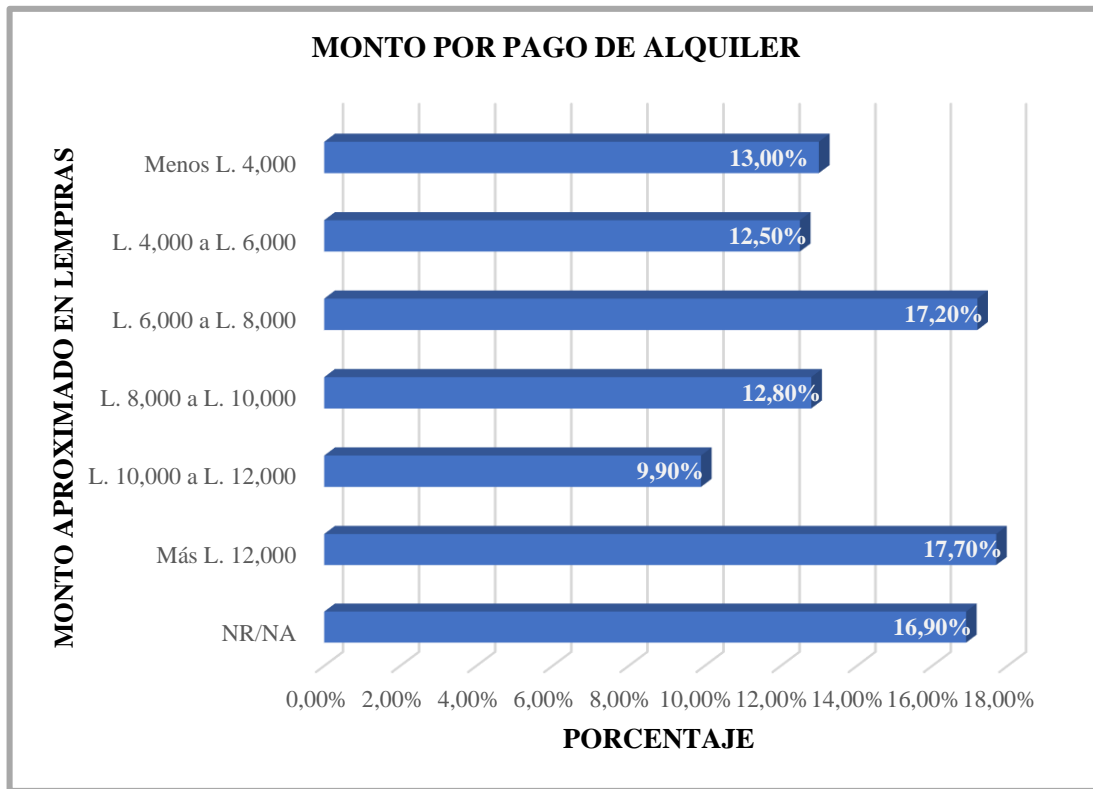
**Ilustración 15. Porcentaje de la población con vivienda propia o alquilada**

Fuente: Elaboración propia

Del total de las personas encuestadas, el 39.0% viven en viviendas alquiladas y el 60.0% tiene vivienda propia. Dentro de ese 60.0% de personas que tienen vivienda propia se incluyen aquellos que todavía se encuentran pagando su cuota de vivienda y las personas que todavía viven con sus familias, pero que estas pueden optar a tener vivienda propia.

La mayoría de las personas a pesar tener vivienda propia, estas dispuestas a adquirir una vivienda más siempre y cuando sus recursos económicos lo permitan.

2. Monto aproximado que se gasta mensualmente en alquiler o pago de cuota de vivienda.



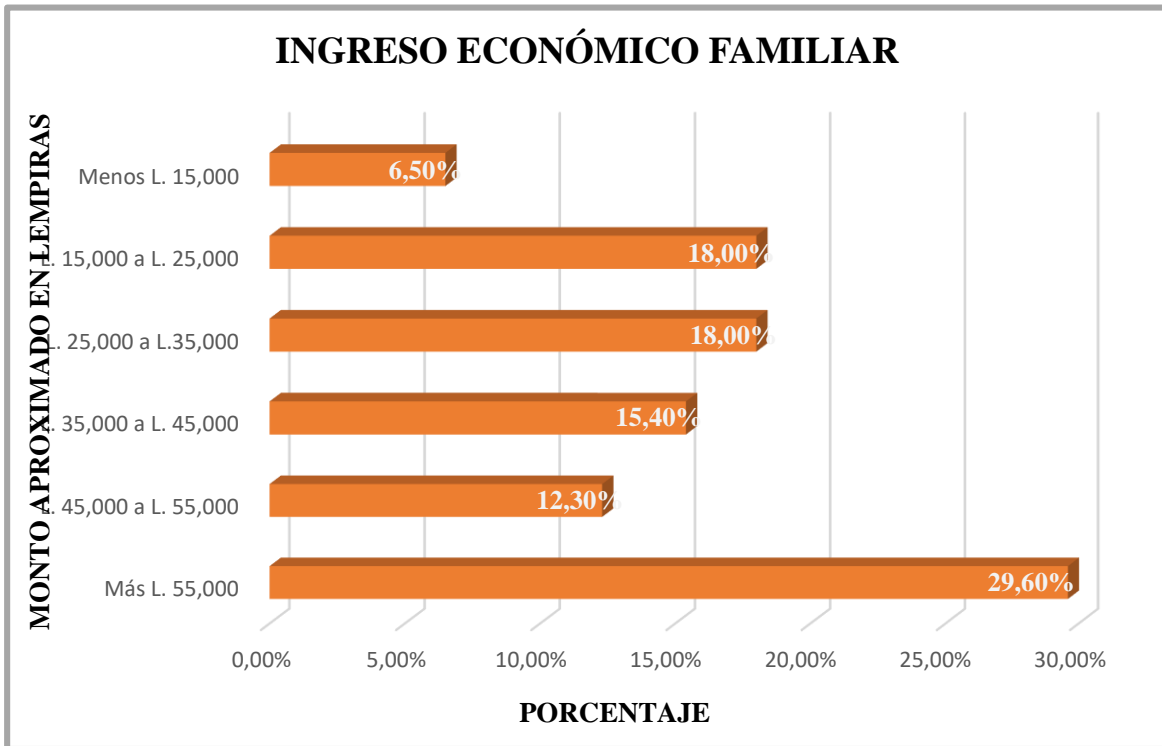
**Ilustración 16. Monto mensual por pago de alquiler o cuota de vivienda**

Fuente: Elaboración propia.

El 17.20 % de las personas encuestadas gasta un promedio mensual de L6, 000.00 a L. 8,000.00 en el pago del alquiler o cuota de su vivienda; la mayoría gasta más de L12, 000.00 mensuales. De acuerdo a estos datos podemos comparar los precios que pagan las personas por su vivienda, con el resultado obtenido en los precios de nuestro proyecto, para determinar qué porcentaje de personas estaría en condiciones de pagar para adquirir en un apartamento.



### 3. Ingreso económico familiar mensual.

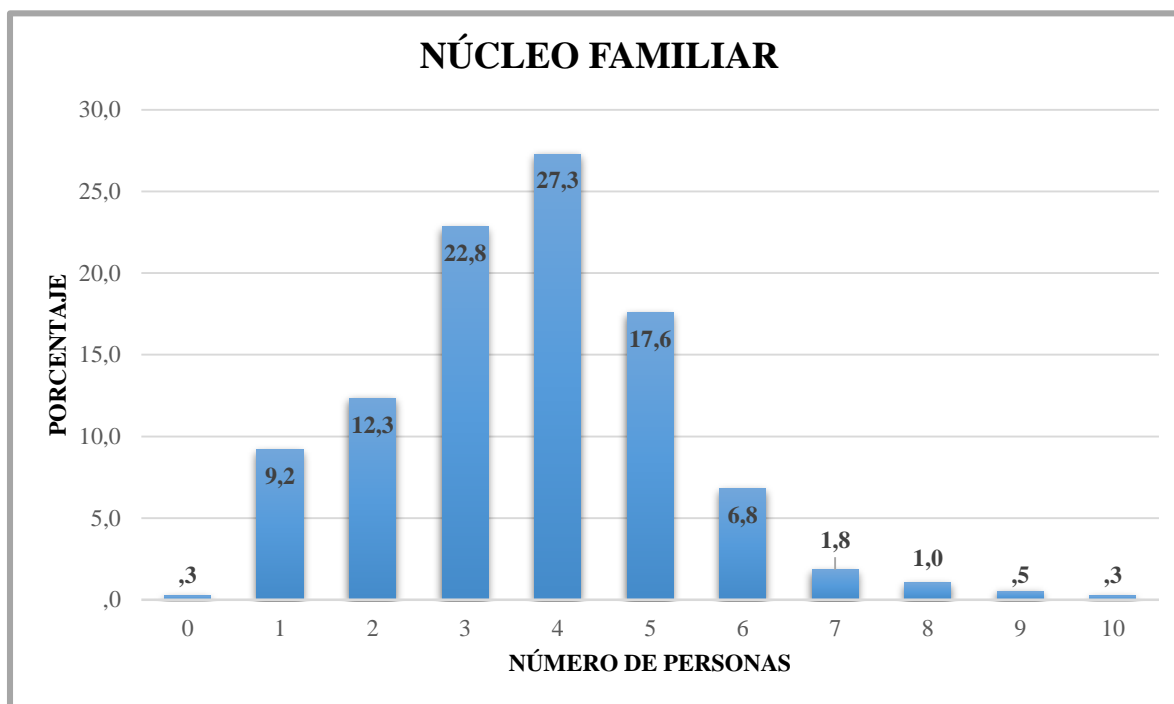


**Ilustración 17. Ingreso económico familiar mensual.**

Fuente. Elaboración propia.

La mayoría de las personas encuestadas, es decir un 29.60%, tiene un ingreso familiar mayor a L55, 000.00 mensuales. Solamente el 6.5% tiene un ingreso menor a L.15, 000.00, lo cual equivale aproximadamente a 2 salarios mínimos, lo que indica que unos promedios de 1 a 2 personas en la familia son económicamente activos, es decir, tienen un salario mensual. Estos datos nos proporcionan información que permite determinar la capacidad de pago que pueden tener las personas y las posibilidades que esta tenga para adquirir un apartamento.

4. Cantidad de personas que integran su núcleo familiar, es decir, personas con las que vive.

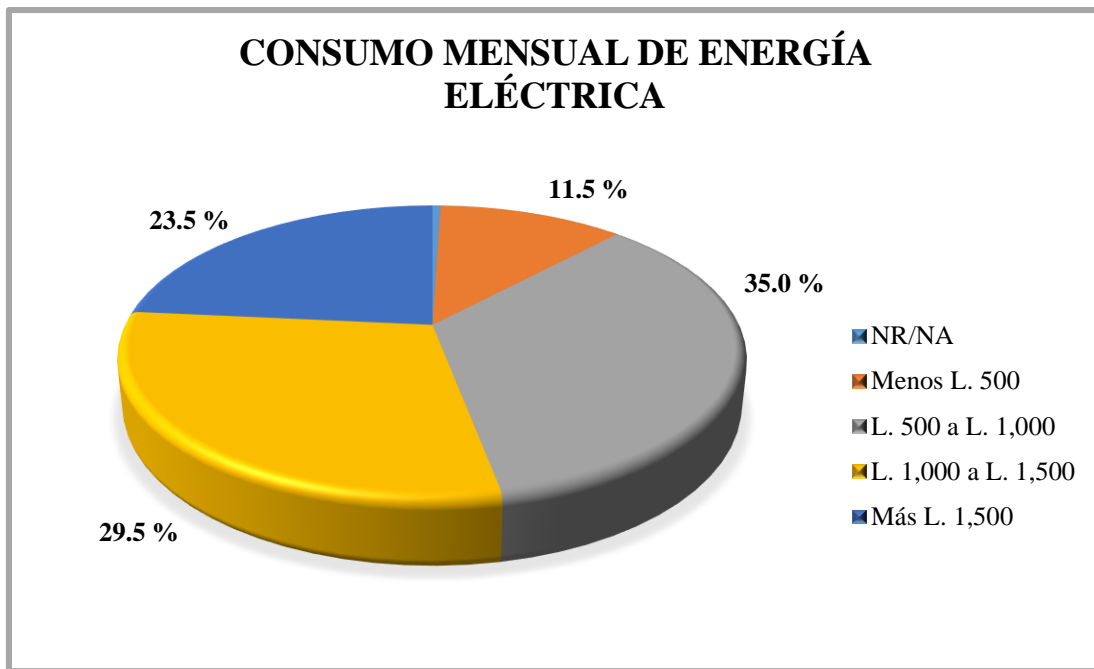


**Ilustración 18. Cantidad de personas que integran el núcleo familiar.**

Fuente. (Elaboración propia)

Según la información obtenida de las encuestas realizadas, el 27.3 % de las familias está conformada por 4 personas. Lo que permitirá definir los espacios que requerirán los apartamentos según las necesidades de los usuarios. A su vez podremos determinar la cantidad de habitaciones necesarias por apartamento, pronósticos un consumo de agua y energía para satisfacer las necesidades del edificio.

5. Consumo aproximado de energía eléctrica al mes.

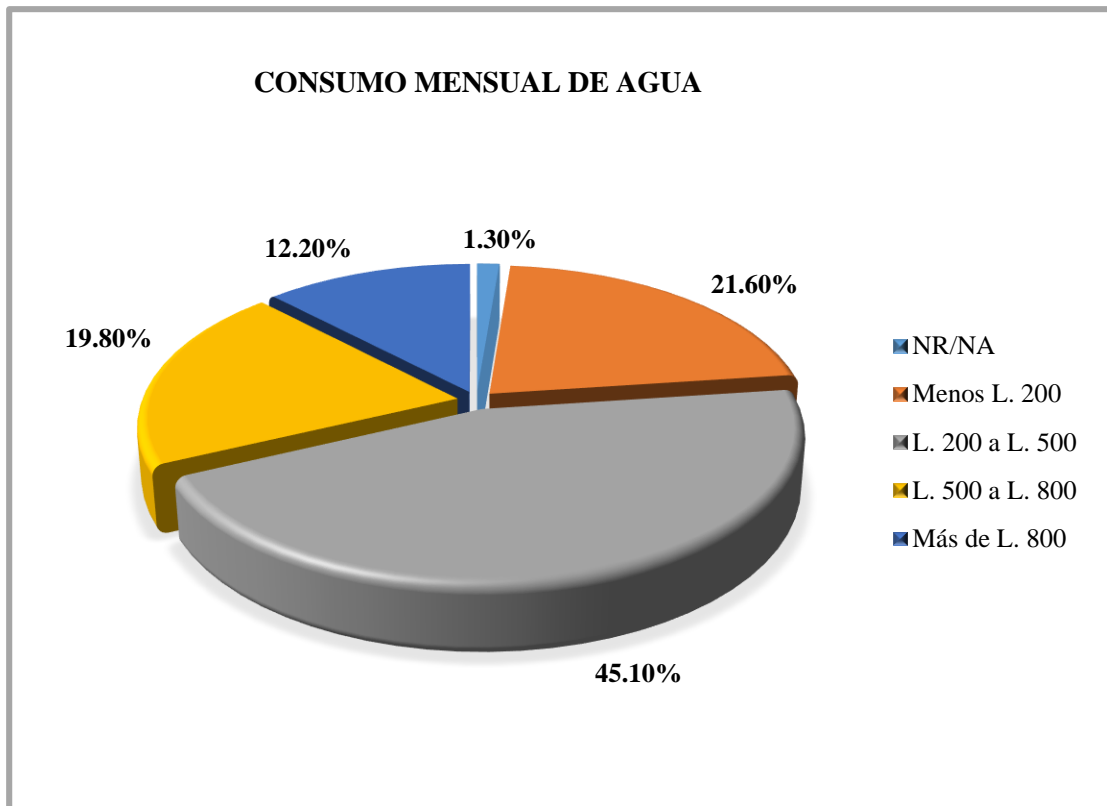


**Ilustración 19. Consumo mensual de energía eléctrica por vivienda**

Fuente: (Elaboración propia)

Se puede observar en la gráfica anterior que un 35.0% de las personas encuestadas, realizan un gasto en el pago de energía eléctrica entre L. 500.00 y L. 1,000.00 mensuales y otro porcentaje significativo, 29.50 % de las personas gastan entre L. 1,000.00 y L. 1,500.00 mensuales. Esto nos brinda un dato importante a considerar para el equipamiento eléctrico de los apartamentos con el fin de reducir el consumo de energía eléctrica; y a su vez nos permite hacer un cruce de variables con la cantidad de personas por vivienda, para determinar un promedio de cuál es el consumo individual de energía eléctrica al mes.

## 6. Consumo aproximado de agua potable al mes.



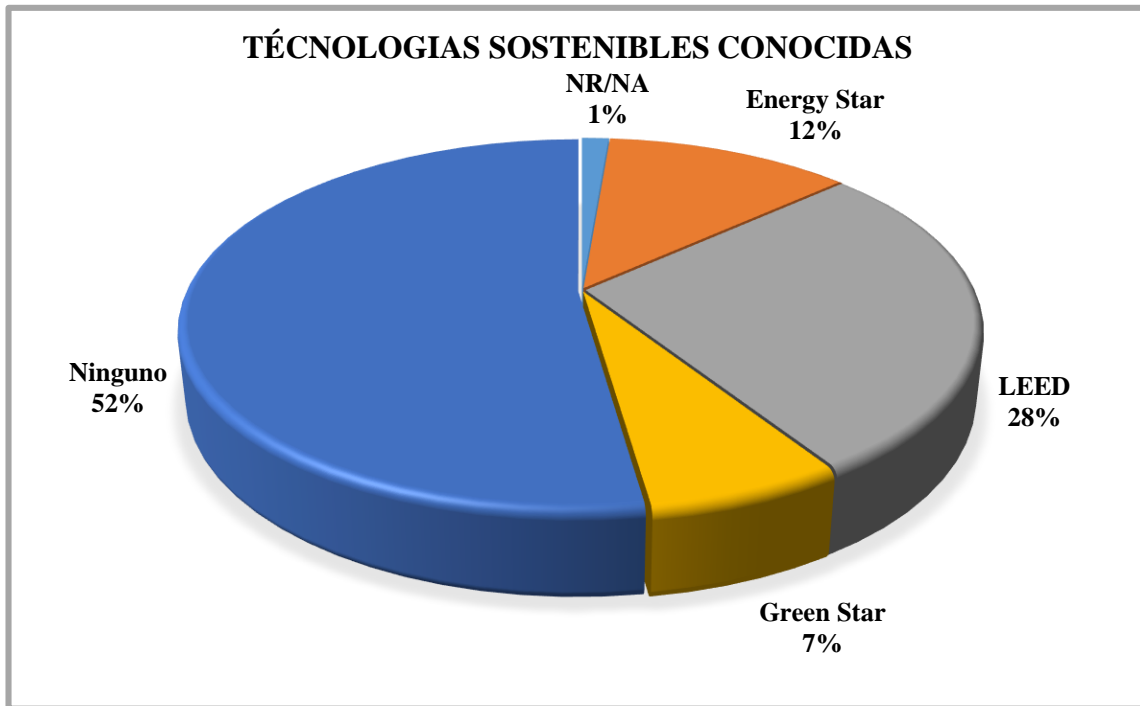
### **Ilustración 20. Consumo mensual de agua por vivienda.**

Fuente: (Elaboración propia)

Los resultados de las encuestas indican que un 45.1 % de las personas, realizan un gasto de L. 200.00 y L. 500.00, es importante decir que solamente un 12.2% pagan más de L.800.00 por el servicio de agua potable. A pesar de que este gasto no es considerable con la implementación de tecnologías sostenibles se puede lograr reducir este consumo en aproximadamente 41%.

Este dato nos permite hacer un cruce de variables con la cantidad de personas por vivienda, para determinar un promedio de cuál es el consumo individual de agua al mes.

## 7. Tecnologías Sostenibles conocidas

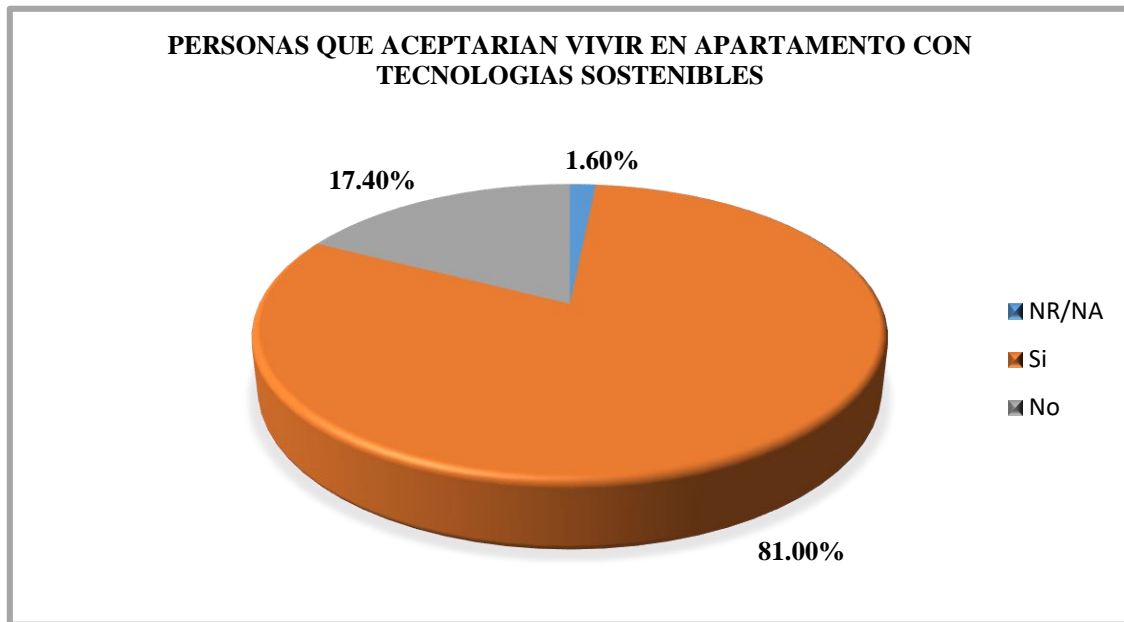


**Ilustración 21. Tecnologías sostenibles conocidas por la población**

Fuente: (Elaboración propia)

En las consultas realizadas en la encuesta, se preguntó si se conoce alguna de tres opciones de tecnologías sostenibles que pueden ser aplicadas en cualquier edificio, el 52.0 % de las personas dijeron no conocer ninguna de estas tecnologías lo cual es preocupante ya que en este dato se da a conocer el poco conocimiento de las personas en cuanto a sostenibilidad se refiere, sin embargo el 28.0 % dijo conocer las normas LEED, el porcentaje más alto de las tres opciones planteadas en las encuestas.

## 8. Disponibilidad para vivir en un edificio que aplique tecnologías sostenibles



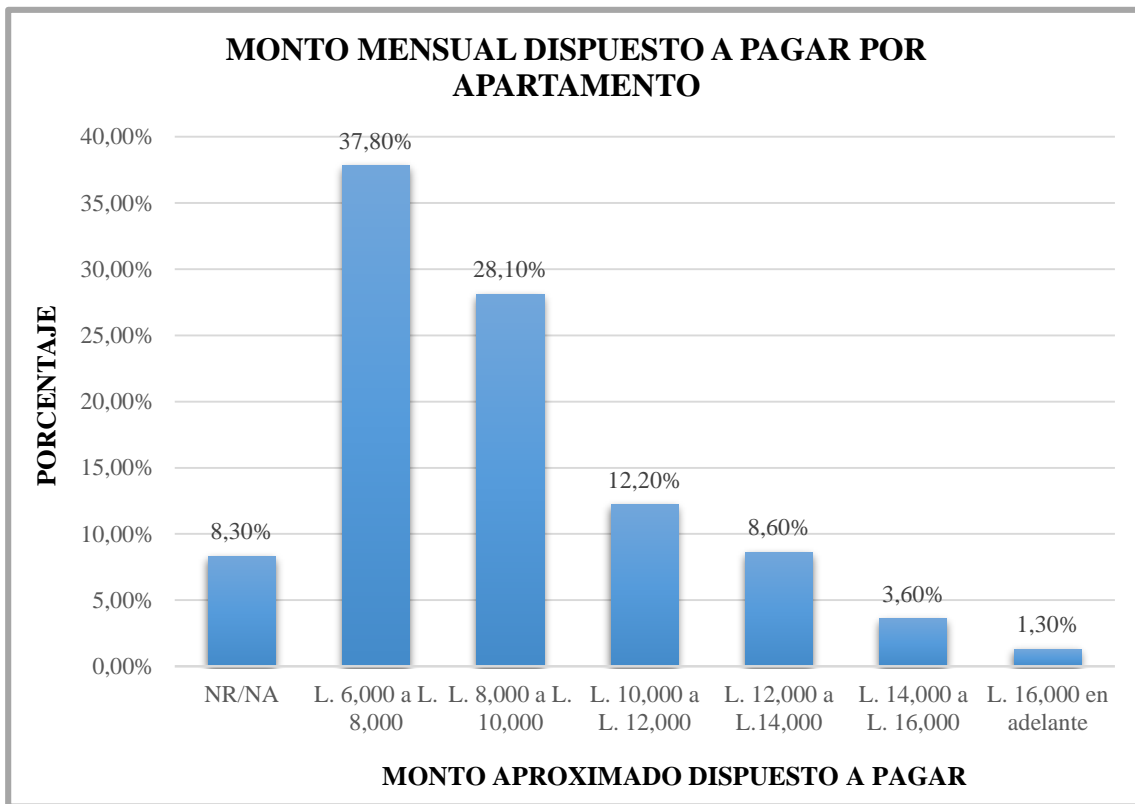
**Ilustración 22. Disponibilidad de las personas de vivir en un edificio de apartamentos que aplique tecnologías sostenibles.**

Fuente. (Elaboración propia)

La mayoría de las personas consultadas han expresado que estarían dispuestos a vivir en un edificio que aplique tecnologías sostenibles, es decir un 81.0% como lo podemos observar en la gráfica anterior, lo cual demuestra que cada vez son más las personas que optan por vivir en un edificio de apartamentos que implemente tecnologías que ofrecen una alternativa económica al reducir el consumo de agua y energía, entre otros.

Así también el 67.40 % dijo estar dispuesto a pagar un porcentaje más alto por la adquisición de este tipo de edificios solo por el hecho de ser sostenibles.

## 9. Monto en condiciones de pagar



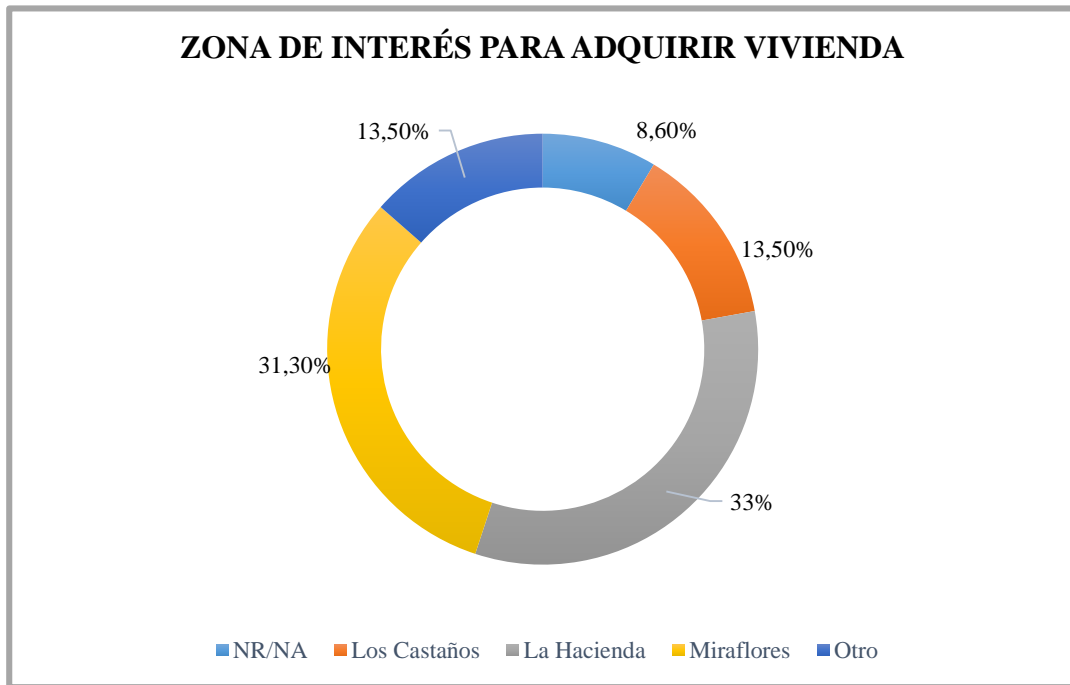
### **Ilustración 23. Monto mensual en condiciones de pagar por apartamento.**

Fuente: (Elaboración propia)

Dentro de las opciones de posibles montos a pagar, la preferencia es para montos de pago entre L. 6,000.00 y L.8, 000.00, opción seleccionada por el 37.8 % de las personas consultadas, como podemos observar en la gráfica un 65.90 % de las personas no puede pagar más de L. 10,000.00 mientras que un 25.70 % si estaría en disposición de pagar más de L. 10,000.00 por la adquisición de un apartamento. Esta cantidad está muy por debajo de las cuotas mensuales de este tipo de edificaciones.

Se deberá hacer una comparación de estos montos de acuerdo al precio de venta del proyecto.

10. Zona de interés para adquirir un apartamento.



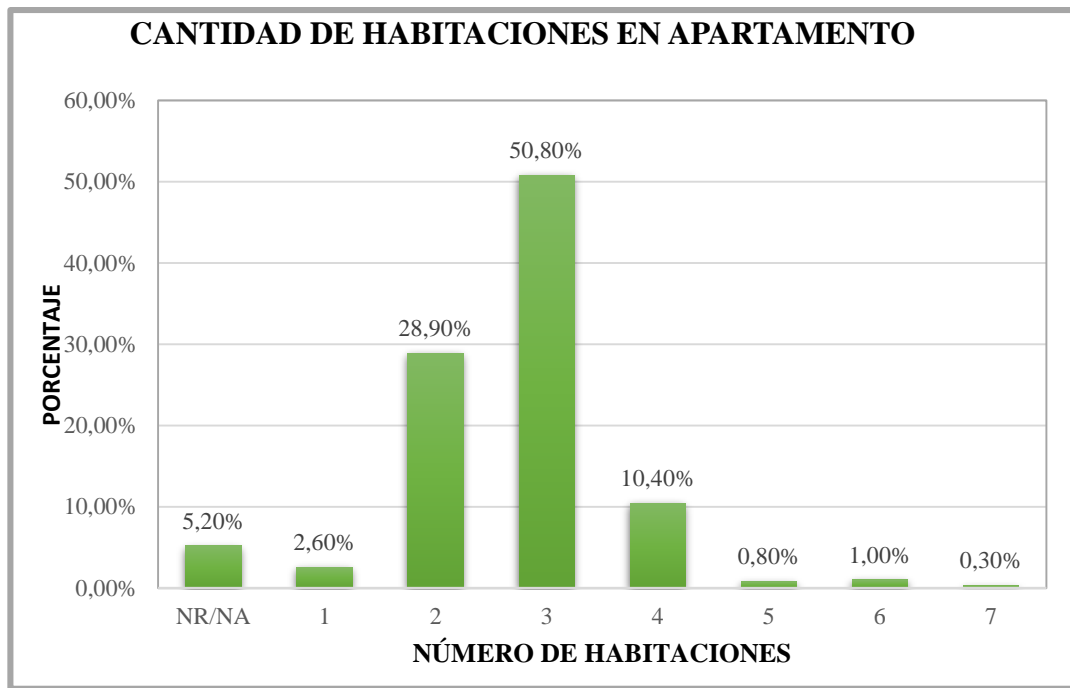
**Ilustración 24. Zonas de interés para adquirir un edificio de apartamentos.**

Fuente: Elaboración propia

Las zonas de mayor interés entre las opciones brindadas al encuestado, según preferencias de las personas consultadas, son La Hacienda seleccionada con el 33.0 % de las personas y Miraflores seleccionada por el 31.3 %. Esto nos indica las zonas en las que las personas tienen mayor interés donde adquirir un apartamento.



## 11. Número de habitaciones requeridas por apartamento

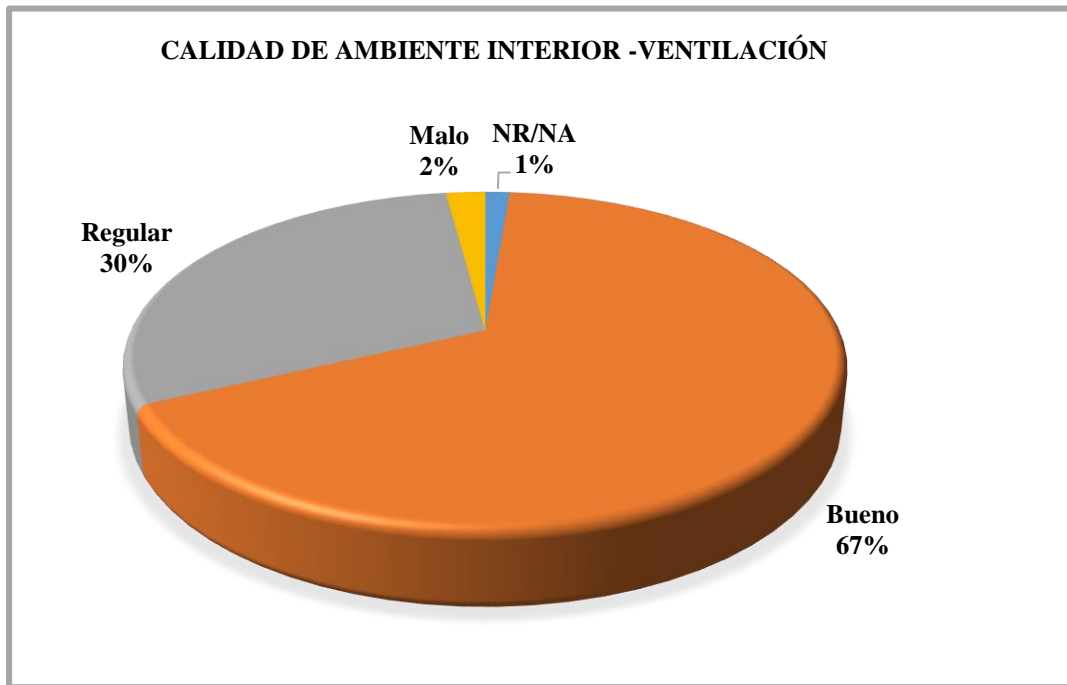


**Ilustración 25. Cantidad de Habitaciones en apartamento.**

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos de las encuestas, las personas estarían interesadas en adquirir apartamentos que cuenten con dos o tres habitaciones, estas selecciones representan el 28.90% y 50.80% respectivamente. Basados en estos datos los apartamentos del proyecto deben incluir entre dos y tres habitaciones.

## 12. Calidad del ambiente interior en relación a la ventilación

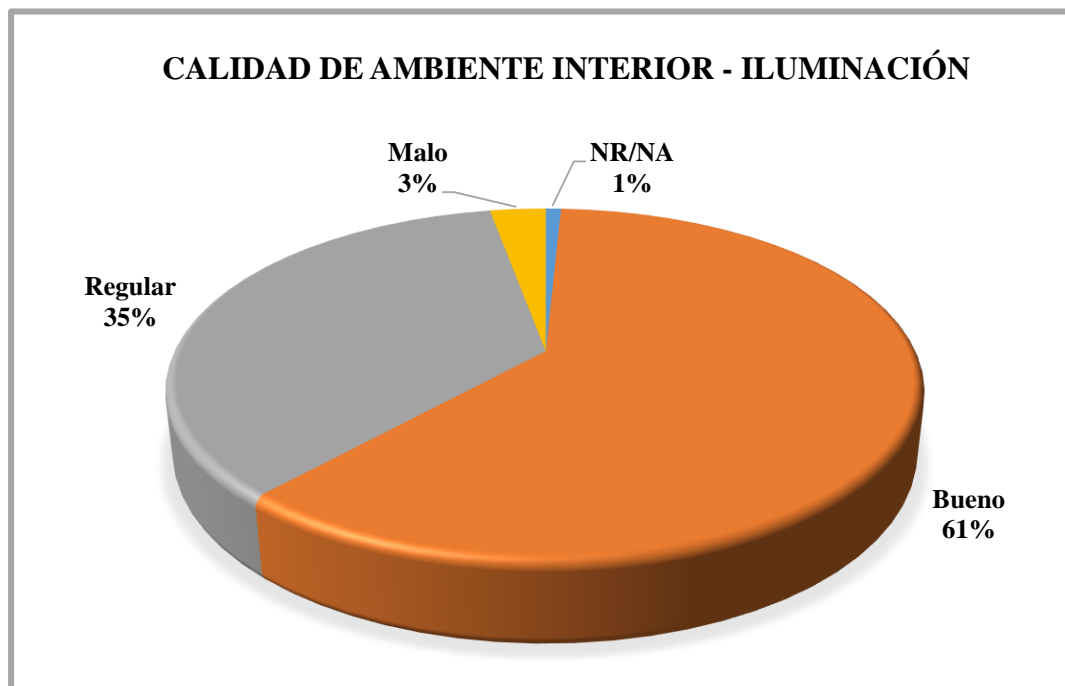


**Ilustración 26. Calidad del ambiente interior en relación a la ventilación.**

Fuente: Elaboración propia

Las personas encuestadas fueron consultadas sobre la calidad de ambiente interior en relación a la ventilación de su vivienda actual, el 67.0 % de estos dijeron tener un ambiente interior BUENO en comparación a un 30.0% que respondió REGULAR y un 2.0% que dijo ser MALO.

### 13. Calidad del ambiente interior en relación a la iluminación

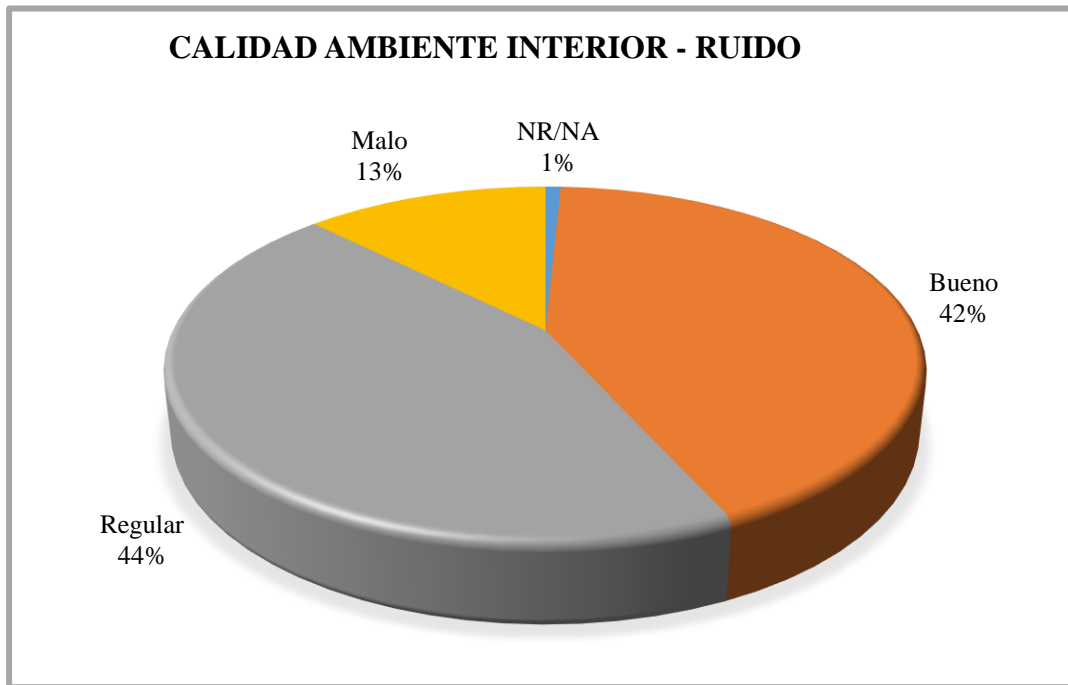


**Ilustración 27. Calidad del ambiente interior en relación a la iluminación.**

Fuente: Elaboración propia

Se consultó sobre la calidad de ambiente interior en relación a la iluminación de su vivienda actual, el 61.0 % calificó como BUENO su ambiente interior en comparación a un 35.0 % que calificó como REGULAR y un 3.0 % que calificó como MALO.

#### 14. Calidad del ambiente interior en relación al ruido

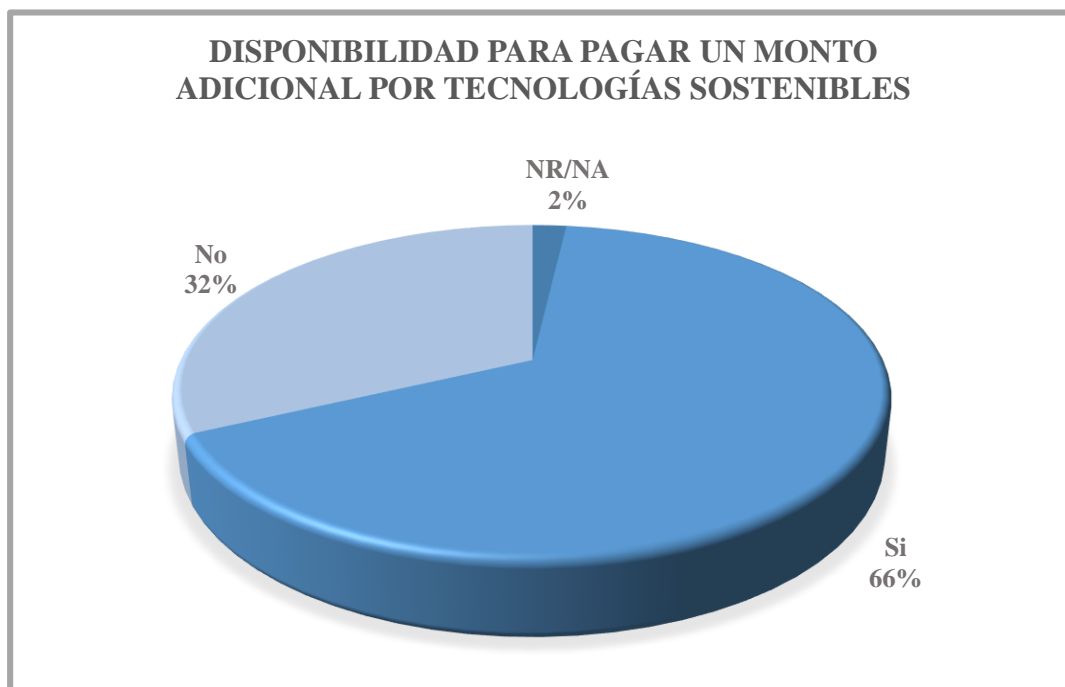


**Ilustración 28. Calidad del ambiente interior en relación al ruido.**

Fuente: Elaboración propia

Las personas fueron consultadas sobre la calidad de ambiente interior en relación al ruido de su vivienda actual, el 42.0 % manifestó tener un ambiente BUENO en comparación a un 44.0 % que manifestó ser REGULAR y un 13.0 % que manifestó ser MALO.

15. Disposición de pagar un porcentaje más alto por vivir en un apartamento sostenible

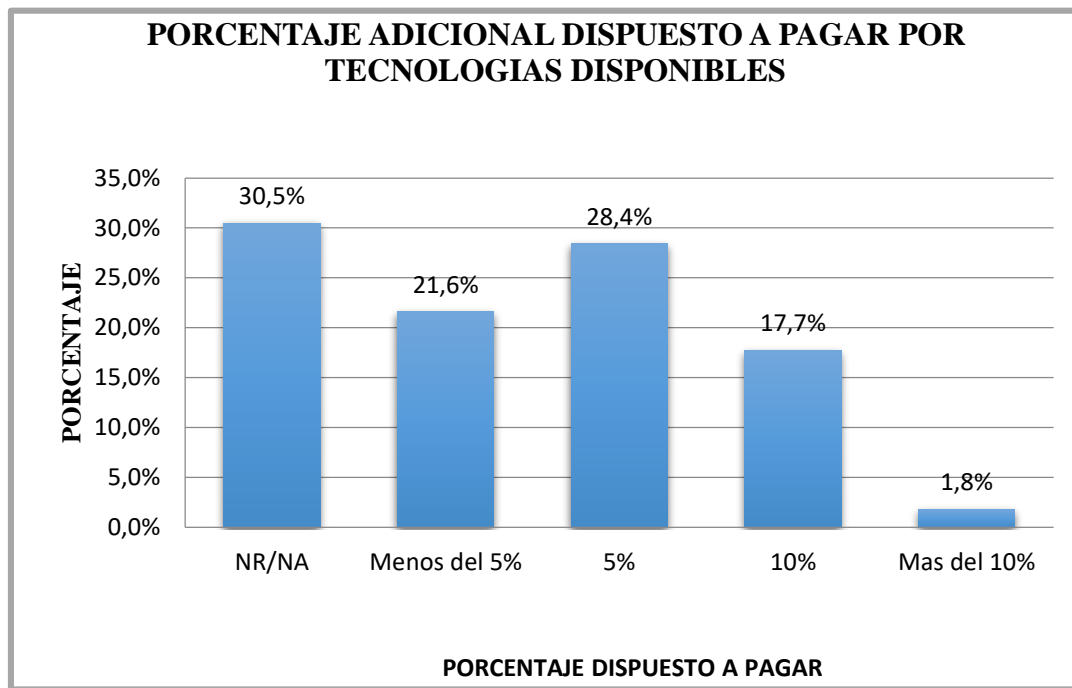


**Ilustración 29. Disposición para pagar un monto adicional por tecnologías sostenibles.**

Fuente: Elaboración propia

Al realizar las consultas sobre la disposición de pagar un porcentaje más alto por la aplicación de tecnologías sostenibles en un proyecto habitacional, el 67.40% dijo estar de acuerdo, lo que nos indica que existe una alta aceptación de estas prácticas sostenibles en el mercado actual de vivienda.

16. Porcentaje adicional que estaría dispuesto a pagar por tecnologías sostenibles

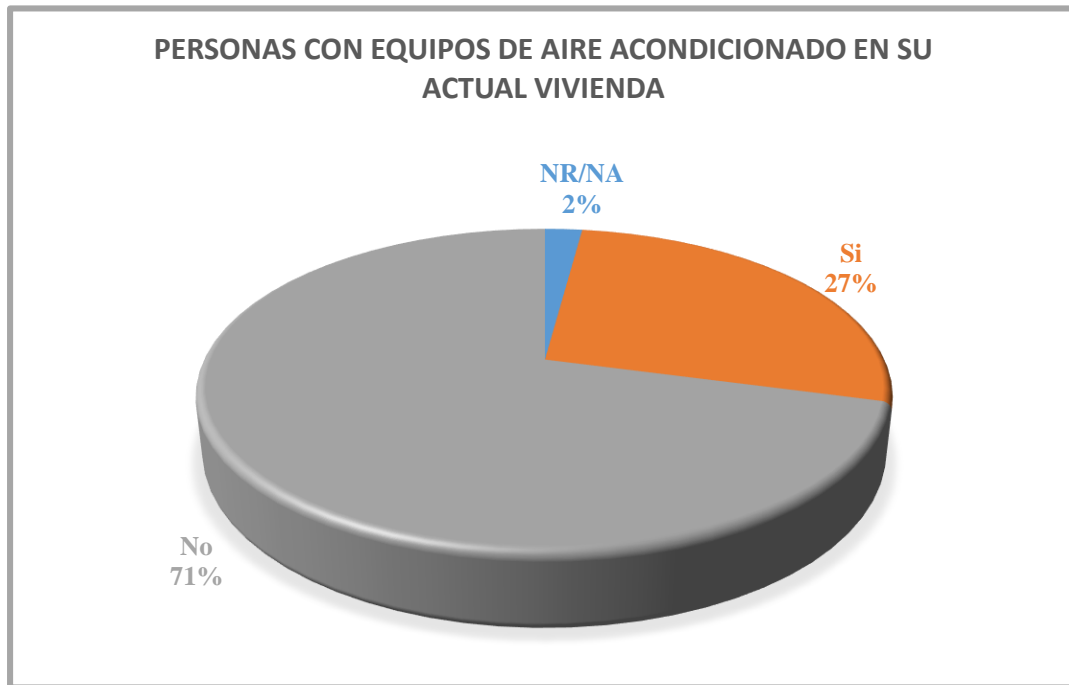


**Ilustración 30. Porcentaje adicional dispuesto a pagar por tecnologías sostenibles.**

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje que se está dispuesto a pagar la mayoría de las personas consultadas es de 5% extra por la aplicación de tecnologías sostenibles, el 28.40% dijo estar de acuerdo con este porcentaje, el 21.60% dijo estar de acuerdo a pagar menos del 5% y solamente el 1.80% está de acuerdo en pagar un 10% o más.

17. Personas que cuentan con equipos de aire acondicionado en su actual vivienda

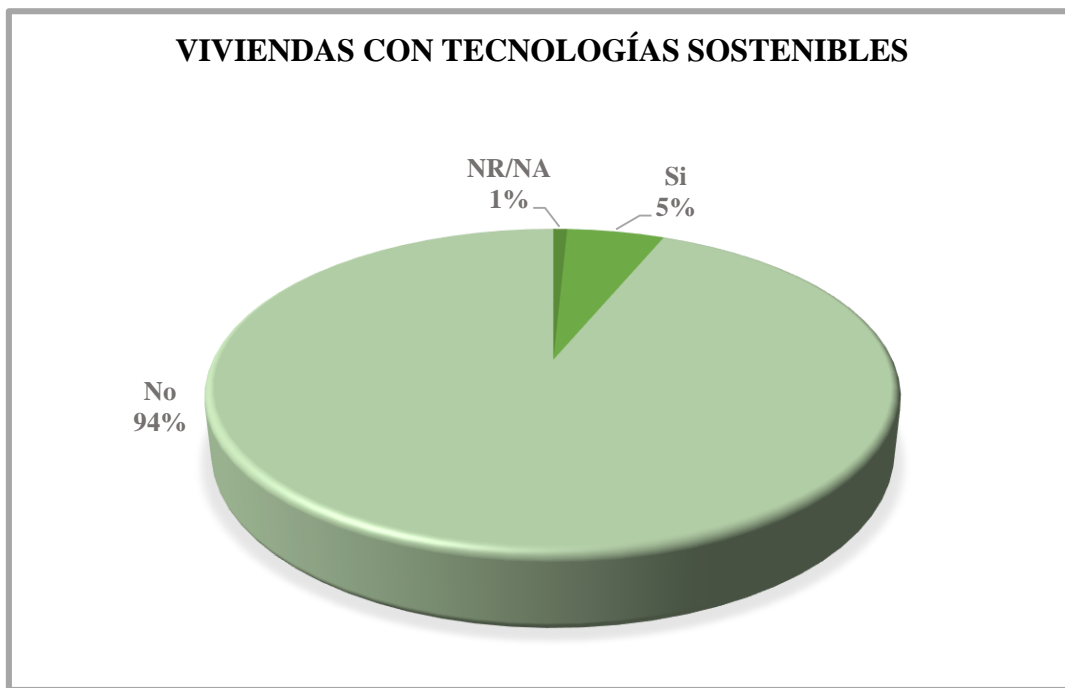


**Ilustración 31. Personas con equipo de aire acondicionado en su actual vivienda.**

Fuente: Elaboración propia

La siguiente gráfica nos muestra que solamente el 27.70% de las personas encuestadas cuenta con equipos de aire acondicionado en su hogar, la mayoría de las personas, el 71% no cuenta con ningún equipo de aire acondicionado en su vivienda.

## 18. Viviendas con tecnologías sostenibles



**Ilustración 32. Viviendas con tecnologías sostenibles.**

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de las personas consultadas no cuentan con tecnologías sostenibles en sus viviendas, el 94.0%, como se ha mencionado anteriormente en nuestro medio la mayoría de las viviendas han sido construidas con tecnologías tradicionales dejando a un lado la aplicación de cualquier tecnología sostenible y el cuidado por el medio ambiente.

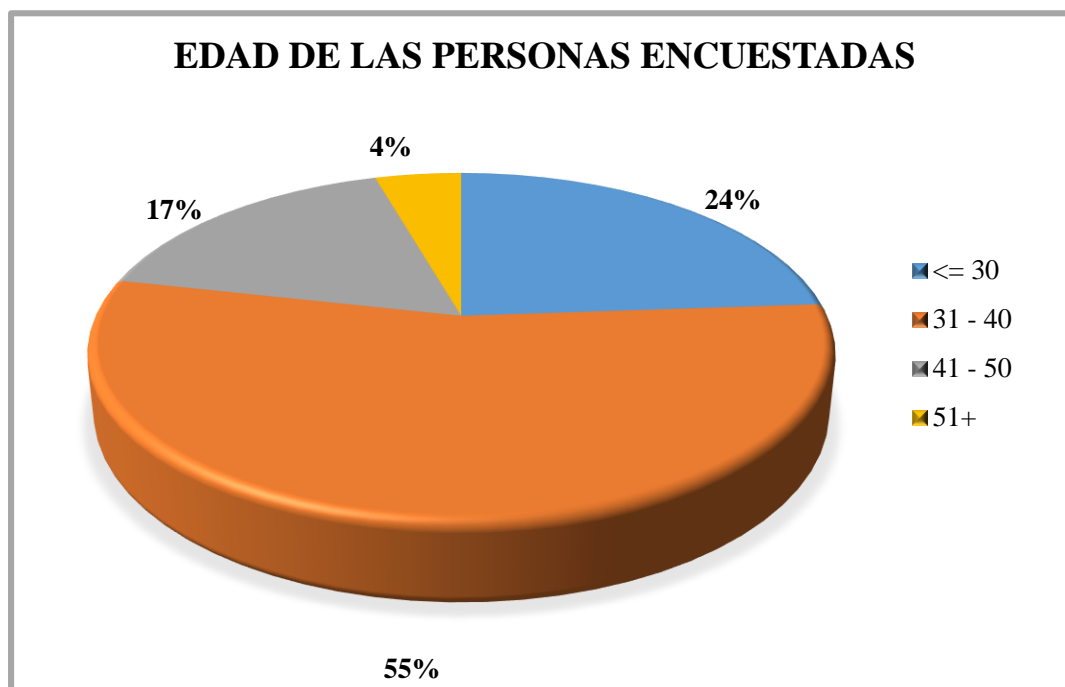


19. Del 5.50% de las personas que aplican tecnologías sostenibles en sus viviendas, se mencionan las siguientes tecnologías aplicadas:

Las personas encuestadas que dijeron contar con tecnologías sostenibles en su actual vivienda, mencionaron las siguientes:

- Iluminación con ahorro de energía, iluminación LED.
- Iluminación natural.
- Construcción de madera.
- Paneles solares y lámparas exteriores con lámparas exteriores.
- Energía Solar.
- Estufa de gas
- Inodoros con poco consumo de agua.
- Calentador de agua solar

## 20. Edad de las personas encuestadas



**Ilustración 33. Edad de las personas encuestadas.**

Fuente: Elaboración propia

Las edades de las personas encuestadas se encuentran entre los rangos de 21 y 59 años de edad, en su mayoría las personas consultadas están entre 26 y 40 años quienes generalmente son las personas que consideran la compra de una vivienda.

## 21. Sexo de las personas encuestadas



**Ilustración 34. Sexo de las personas encuestadas.**

Fuente: Elaboración propia

Tal como podemos observar en la gráfica el 59.0 % de las personas consultadas son mujeres y el 41 % son hombres.

## 22. Estado civil de las personas encuestadas



### **Ilustración 35. Estado civil de las personas encuestadas.**

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que solamente el 40.60 % de las personas encuestadas son solteros y el 59.40% son casados, esta información ayudara a determinar los espacios necesarios para los apartamentos según las necesidades manifestadas por los encuestados.

### 4.2.1.3 Cruce de Variables

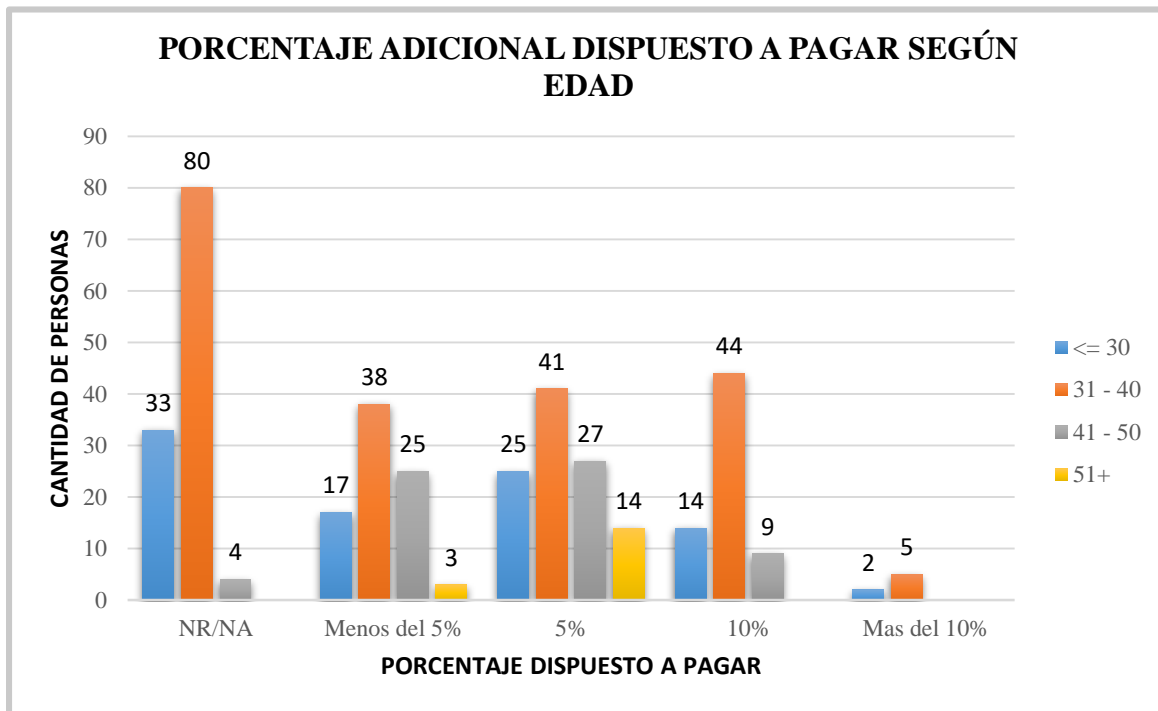
El cuadro que se muestra a continuación representa el cruce de variables a realizar a partir de los resultados de la encuesta aplicada a un porcentaje de la población económicamente activa del Distrito Central.

**Tabla 32. Cruce de variables**

Variable A	Variable B	Descripción
Gasto actual de energía	Ingreso familiar	Determinar qué porcentaje del ingreso familiar utilizan para gastos de energía.
Gasto actual de agua	Ingreso familiar	Determinar qué porcentaje del ingreso familiar utilizan para gastos de agua potable
Personas por vivienda	Gasto actual de energía	Determinar el gasto aproximado por persona en consumo de energía
Personas por vivienda	Gasto actual de agua	Determinar el gasto aproximado por persona en consumo de agua.
Gasto mensual en alquiler	Ingreso familiar	Determinar qué porcentaje del ingreso familiar se destina para el alquiler de viviendas.
Cantidad de dinero dispuesto a pagar por una vivienda	Gasto mensual de alquiler	Determinar la cantidad de dinero dispuesta a pagar por la compra de una vivienda con la cantidad de dinero que se paga mensualmente en alquiler.
Familias que utilizan tecnologías alternativas en sus viviendas	Gasto mensual de energía y agua	Determinar el porcentaje de ahorro que tienen mensualmente las familias al utilizar tecnologías alternativas.
Familias que cuentan con equipo de Aire Acondicionado	Gasto mensual de energía	Determinar el incremento de energía en las familias que utilizan equipos de Aire Acondicionado.
Edad	Vivienda propia o alquilada	Determinar las edades de las personas que alquilan viviendas y de las que cuentan con vivienda propia
Porcentaje dispuesto a pagar por la aplicación de tecnologías alternativas	Edad	Determinar la edad de la población que valora más la aplicación de tecnologías alternativas que ayuden al ambiente.

Fuente: (Elaboración propia)

a. Porcentaje adicional dispuesto a pagar según edad de las personas encuestadas

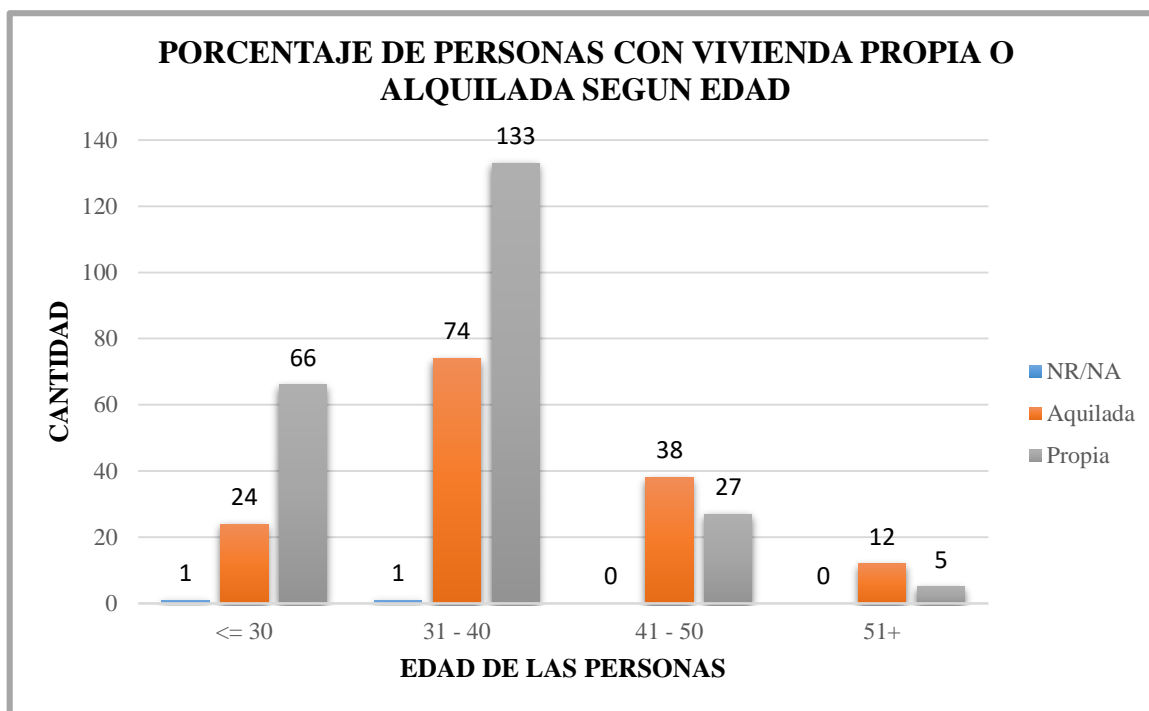


**Ilustración 36** Porcentaje adicional dispuesto a pagar según edad..

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de determinar la edad de la población que valora más la aplicación de tecnologías alternativas que ayuden al ambiente, se realizó un análisis de los resultados obtenidos en cuanto a la edad y el porcentaje adicional que estaría dispuesto a pagar por un apartamento que implemente tecnologías sostenibles, tal y como se observa en la gráfica las personas mayores de 30 años son quienes están en la disposición de cubrir este costo, pero este no deberá ser mayor de un 10%.

b. Edad y vivienda propia o alquilada

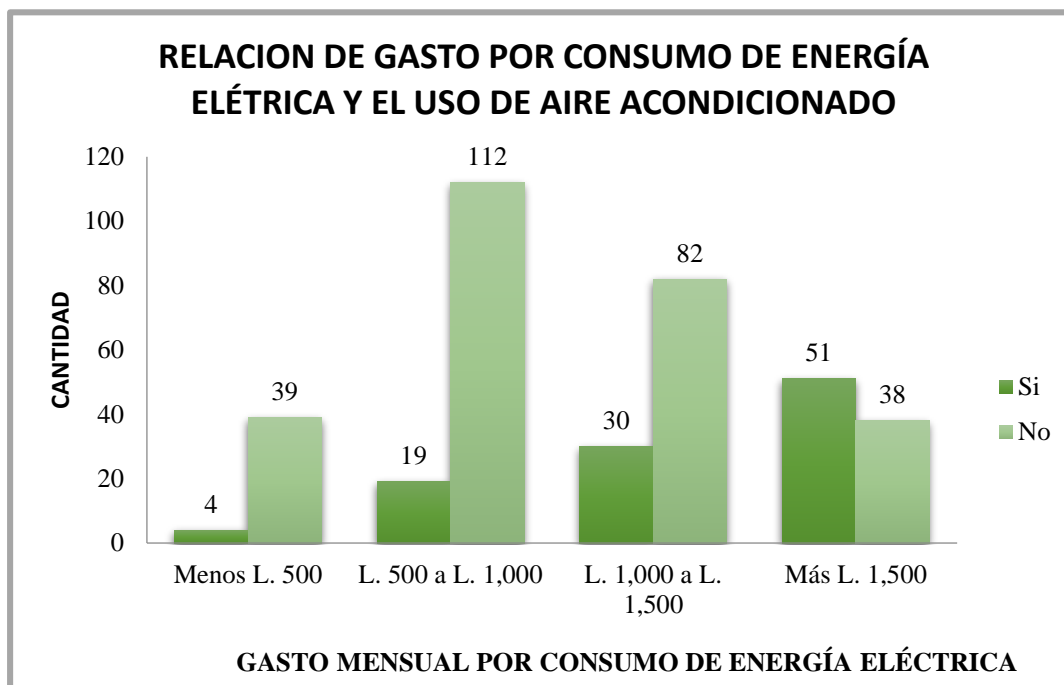


**Ilustración 37. Porcentaje de personas con vivienda propia o alquilada según edad.**

Fuente: Elaboración propia

Se analizó la información obtenida y se relacionó, las edades de las personas que alquilan viviendas y aquellas que cuentan con vivienda propia, como se puede observar en la gráfica las personas entre 31 y 40 años en su mayoría residen en viviendas alquiladas, aunque se deberá considerar que algunas de las personas que han dicho que tienen vivienda propia, en este rango de edades, son solteros y todavía viven con sus padres.

c. Consumo de energía y uso de equipo aire acondicionado



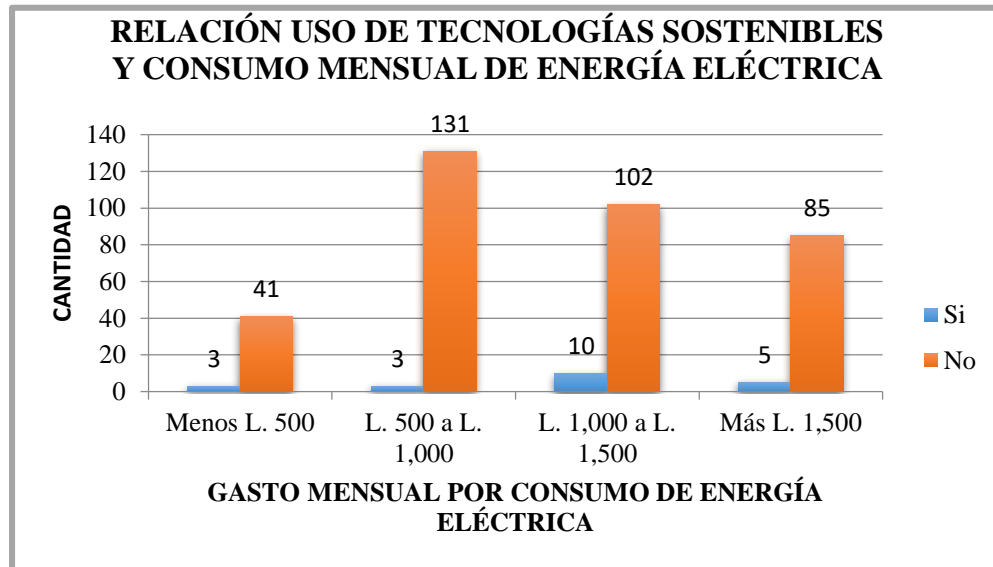
**Ilustración 37. Relación de gasto por consumo de energía y uso de aire acondicionado.**

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis de la relación entre el incremento de energía en las familias que utilizan equipos de aire acondicionado, se puede observar en la gráfica que la mayoría de las personas que dijeron no tener aire acondicionado en su vivienda, consumen entre L. 500.00 y L. 1,000.00 mientras que 81 personas que dijeron tener aire acondicionado en sus viviendas, realizan pagos mayores a L. 1,000.00 mensuales. Estos datos deben ser considerados en las medidas a tomar para la reducción del consumo de energía eléctrica.

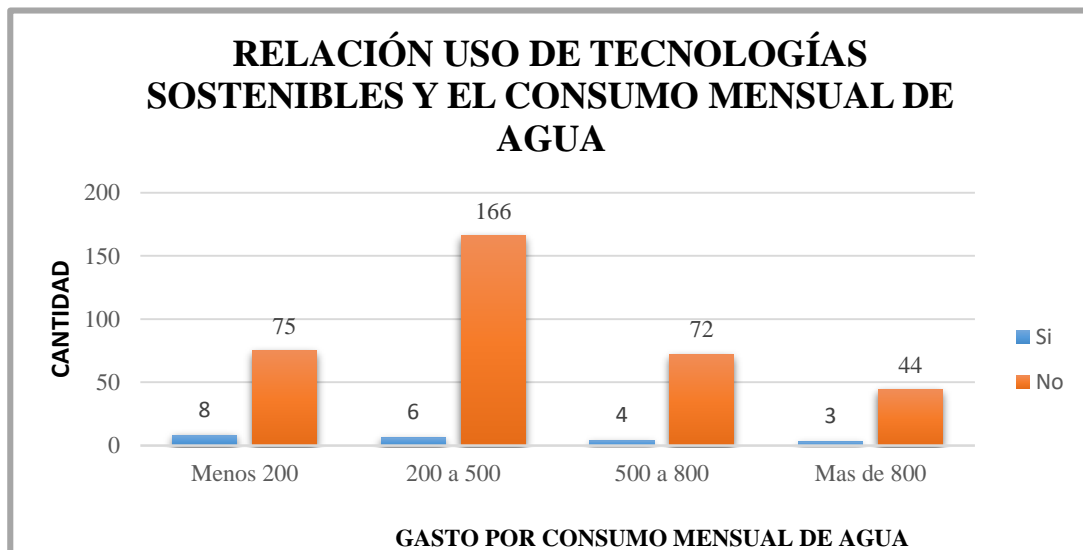


d. Familias que utilizan tecnologías sostenibles y consumo de energía eléctrica y agua



**Ilustración 38. Relación de uso de tecnologías sostenibles y consumo mensual de energía eléctrica.**

Fuente: Elaboración propia

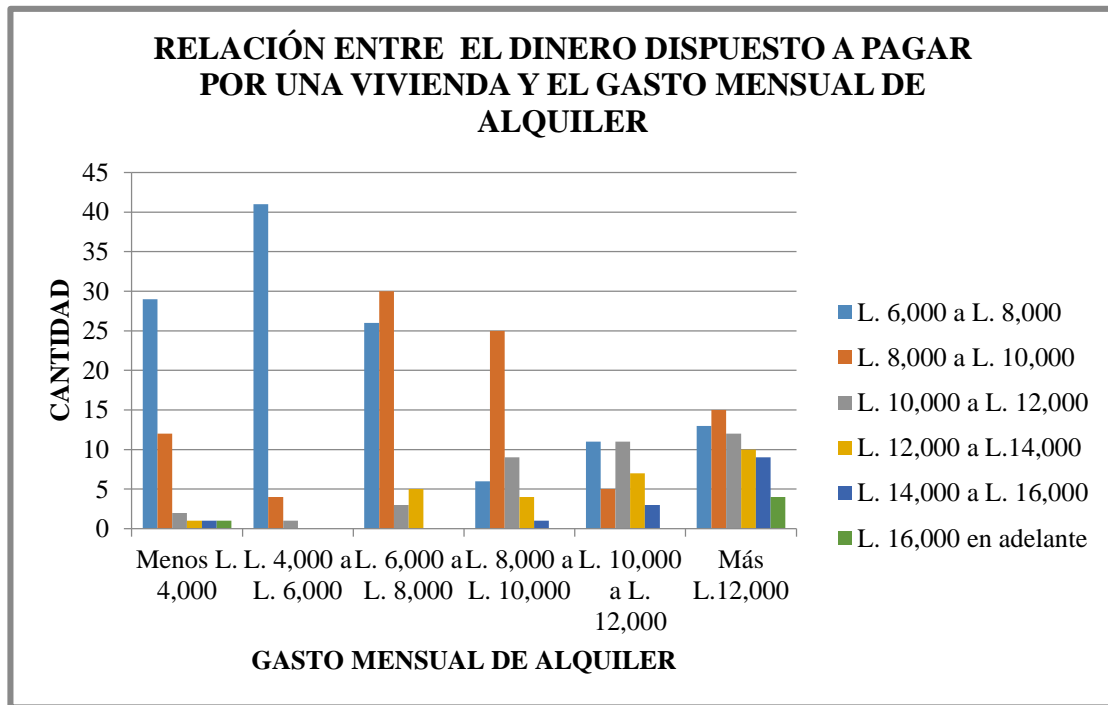


**Ilustración 39. Relación de uso de tecnologías sostenibles y consumo mensual de agua.**

Fuente: Elaboración propia

En el estudio de los resultados del porcentaje de ahorro que tienen mensualmente las familias al utilizar tecnologías alternativas, se logra observar en las dos graficas anteriores existe una reducción en los costos a pagar por consumo de energía eléctrica y agua potable en aquellas viviendas con tecnologías sostenibles.

e. Dinero dispuesto a pagar por una vivienda y gasto mensual en alquiler

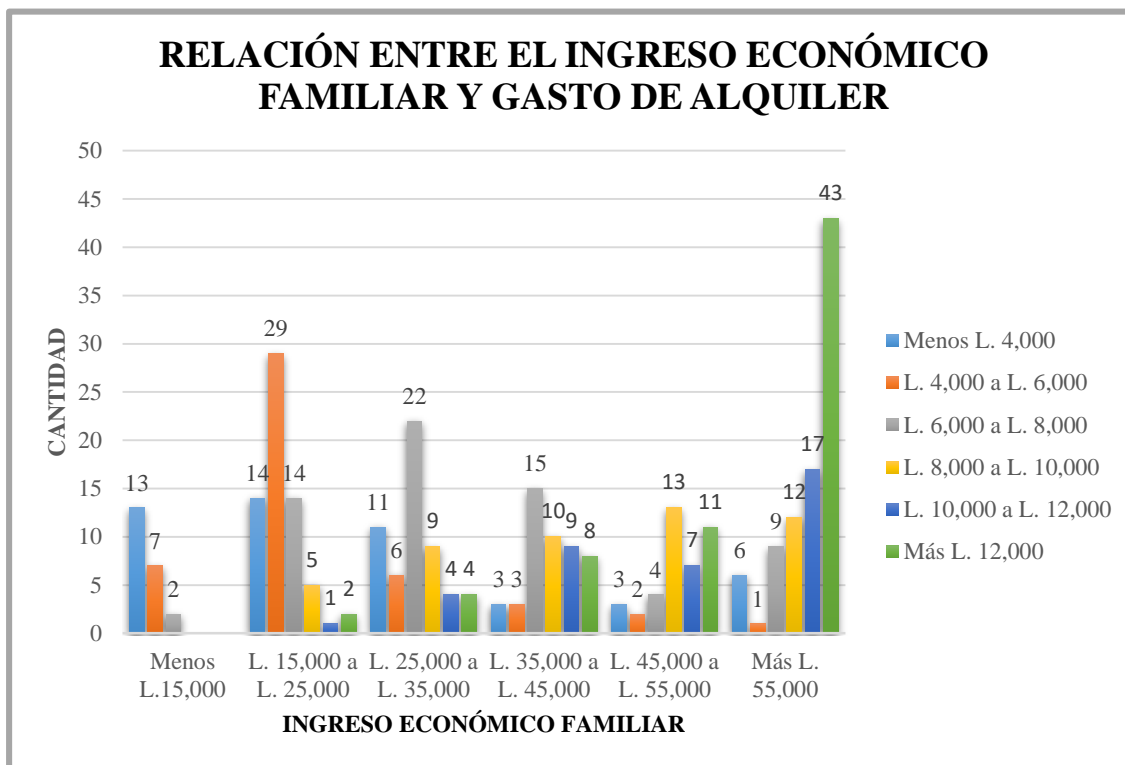


**Ilustración 40. Relación entre el dinero dispuesto a pagar por vivienda y el gasto de alquiler.**

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de conocer la cantidad de dinero dispuesta a pagar por la compra de una vivienda, se relaciona la variable de la cantidad de dinero que se paga mensualmente en alquiler con el ingreso económico familiar, de esta manera poder conocer la disponibilidad del mercado para el pago de una cuota de pago de vivienda.

f. Ingreso familiar y gasto familiar en alquiler

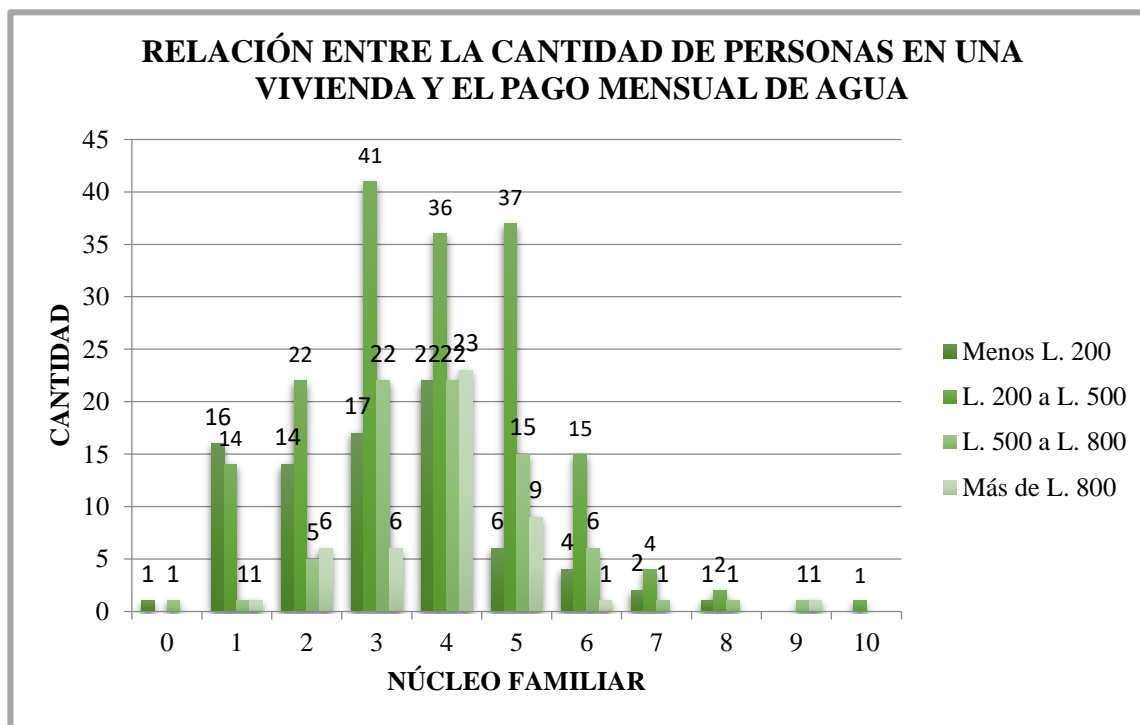


**Ilustración 41. Relación entre el ingreso económico familiar y el gasto de alquiler.**

Fuente: Elaboración propia

Se desea determinar qué porcentaje del ingreso familiar se destina para el alquiler de viviendas, de esta manera se podrá estimar la cantidad de dinero que una familia podrá invertir en el pago de vivienda.

g. Personas por vivienda y pago mensual de agua

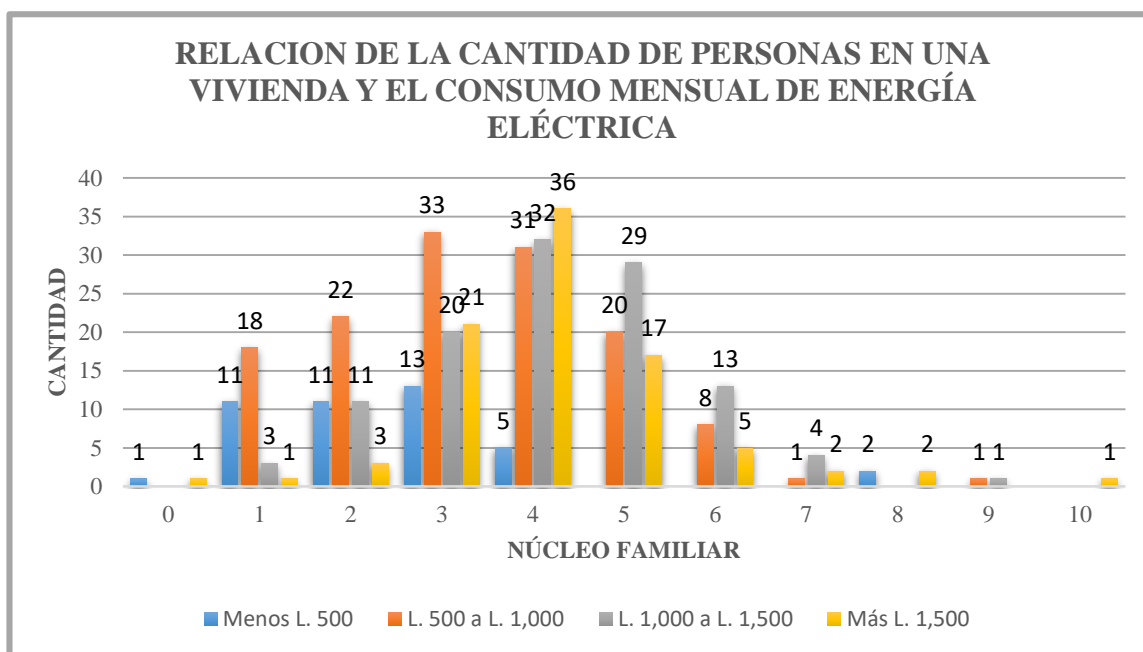


**Ilustración 42. Relación entre la cantidad de personas en una vivienda y el consumo mensual de agua.**

Fuente: Elaboración propia

Al analizar el resultado del cruce de las variables de la cantidad de personas por vivienda y el pago mensual de agua, se desea saber el consumo aproximado en los hogares según la cantidad de personas que habitan en la vivienda y diseñar de manera que se logre un ahorro tanto como en consumo como en el pago del agua.

h. Personas por vivienda y gasto actual de energía eléctrica

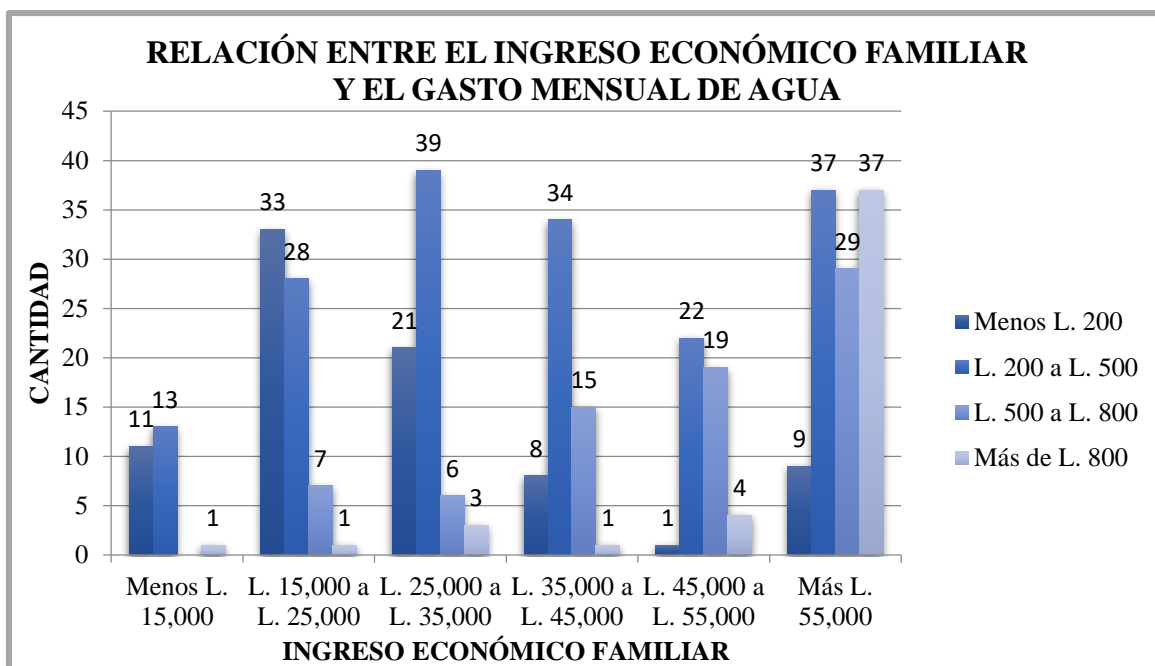


**Ilustración 43. Relación entre la cantidad de personas en una vivienda y el consumo mensual de energía eléctrica.**

Fuente: Elaboración propia

Al analizar el resultado del cruce de las variables de la cantidad de personas por vivienda y el pago mensual de energía eléctrica, se desea saber el consumo aproximado en los hogares según la cantidad de personas que habitan en la vivienda y diseñar de manera que se logre un ahorro tanto en consumo como en el pago del agua.

i. Gasto mensual de agua e ingreso económico familiar

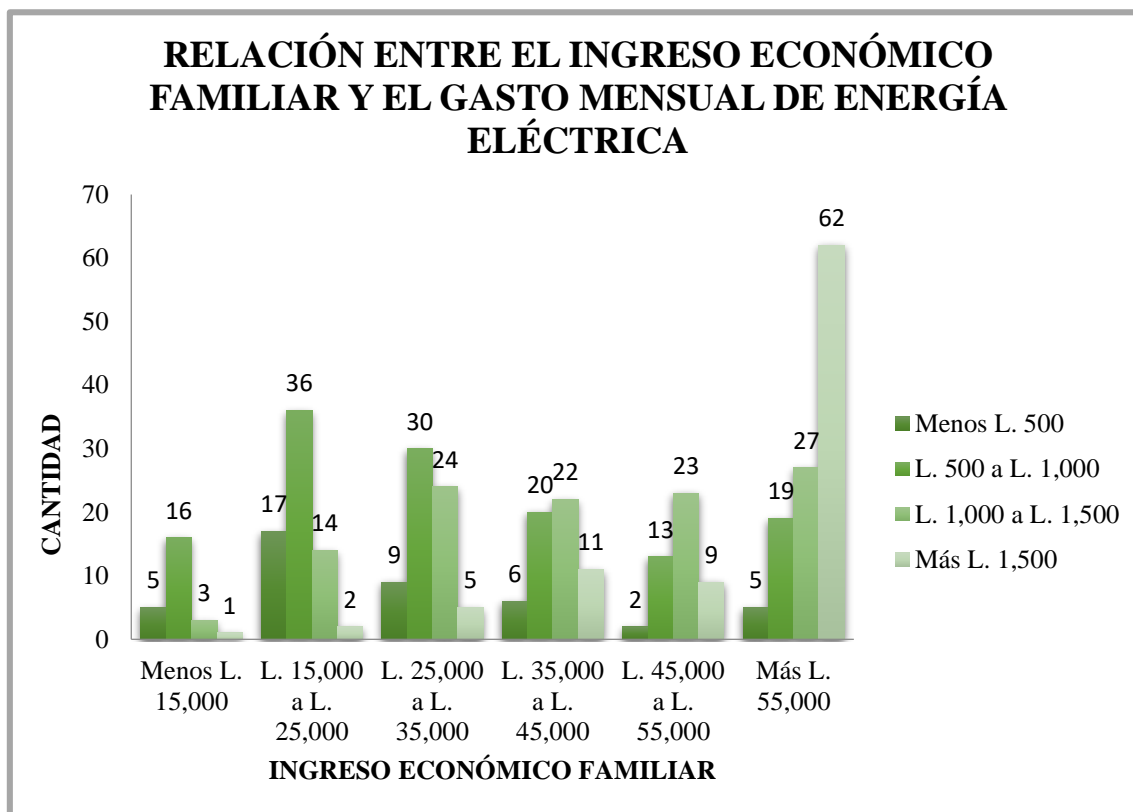


**Ilustración 44. Relación entre el ingreso económico familiar y gasto mensual de agua.**

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de los resultados, se desea determinar qué porcentaje del ingreso familiar utiliza para gastos de agua potable y como se puede observar en la gráfica, las personas con un ingreso económico familiar más alto tienen una tendencia a realizar pagos más altos por consumo de agua potable.

j. Gasto actual de energía eléctrica e ingreso familiar



**Ilustración 45. Relación entre el ingreso económico familiar y gasto mensual de energía eléctrica.**

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de los resultados, se desea determinar qué porcentaje del ingreso familiar utiliza para gastos de agua potable y como se puede observar en la gráfica, las personas con un ingreso económico familiar más alto tienen una tendencia a realizar pagos más altos por consumo de energía eléctrica.

#### 4.2.1.4. Estrategia de mercado y ventas

Las estrategias de mercado y ventas de este proyecto, estará a cargo la empresa contratada para esto, enfocándose en las tecnologías sostenibles aplicadas en las viviendas y certificadas como garantía de protección del medio ambiente, tomándose en cuenta los siguientes aspectos en la promoción del edificio:

- Campaña publicitaria y de concientización sobre las tecnologías sostenibles y su certificación, así como su contribución en la protección del medio ambiente y el aprovechamiento de sus recursos, los beneficios económicos y el mejoramiento del bienestar de sus usuarios.
- Dirigirse a todas aquellas personas que no cuentan con vivienda propia y/o personas que deseen cambiar su actual vivienda para adquirir un lugar accesible y céntrico para vivir, un lugar que brinde mejores condiciones que su actual vivienda.
- Facilitar el acceso a créditos bancarios para la compra del apartamento y promoción a través de las redes bancarias y agencias de bienes raíces, facilitar el trámite compra a todos los clientes.
- Campaña informativa sobre los beneficios de la utilización de tecnologías sostenibles en las viviendas, dar a conocer todas las tecnologías sostenibles aplicadas en el edificio, su uso correcto y manejo apropiado, así como el mantenimiento que deberá tener.

Las campañas de mercado del proyecto deben comenzar antes de la construcción del mismo, así asegurar la venta de al menos cuatro apartamentos en preventa y debe ser continua hasta la finalización del proyecto y venta de todos los apartamentos.



#### 4.2.2 Estudio técnico

Este estudio busca determinar si es físicamente posible la realización del proyecto, nos ayuda a determinar los beneficios y los costos derivados de los aspectos técnicos y de la ingeniería de diseño y construcción del proyecto. Este estudio deberá contestar 5 preguntas centrales.

**Tabla 33. Definición del estudio técnico.**

Donde	El proyecto está ubicado en la Ciudad de Tegucigalpa, en la colonia Miraflores Sur.
Cuanto	El proyecto tendrá un total de 4 niveles, el primero será para estacionamientos y los otros tres 3 serán para apartamentos.
Cuando	Una vez realizado el estudio de pre factibilidad se determinaran los tiempos de ejecución y venta del proyecto.
Como	El proyecto se venderá y se comercializara en la Ciudad de Tegucigalpa.
Con que	Se utilizarán materiales principalmente sostenibles, se aplicarán tecnologías alternativas que vayan de la mano con las sostenibilidad.

Fuente: Elaboración propia

##### 4.2.2.1 Especificaciones técnicas de diseño y construcción

**Tabla 34. Especificaciones técnicas de diseño y construcción.**

Barandales	Los barandales en balcones y terrazas deben tener una altura mínima de 1.00m y un máximo de 1.20m.
Puertas	Las puertas de acceso principales deben tener un mínimo de 0.90m de ancho y un mínimo de 2.10 m de alto
Circulaciones	Los pasillos interiores deben tener un ancho mínimo de 1.50 m Los pasillos exteriores deben tener un ancho mínimo de 1.20 m
Escaleras principales	El ancho mínimo deberá ser de 1.20m, no deben tener más de 12 peldaños corridos entre descansos. La contrahuella no será mayor a 18cm y la huella no será menor que 30cm. Los pasamanos y barandales no deben ser menores a 0.90 m

Fuente: Elaboración propia

Las especificaciones que se detallan en la tabla 32, son requerimientos establecidos por la Gerencia de Control de la construcción del Distrito Central, los cuales están publicados en la Gaceta, abril 2014. La imagen que se muestra a continuación muestra los espacios mínimos requeridos en el proyecto, en este caso a los edificios de apartamentos se les consideran como viviendas multifamiliares.

**Tabla No. 13  
ESPACIOS MÍNIMOS .**

TIPO DE EDIFICACIÓN	LOCAL	Área mínima (En m <sup>2</sup> o indicador mínimo)	Lado mínimo (m)	Altura mínima (m)
<b>HABITACIONAL</b>				
VIVIENDA UNIFAMILIAR	Recámara principal	7.00	2.40	2.30
	Recámaras adicionales, alcoba, cuarto de servicio y otros espacios habitables	6.00	2.20	2.30
	Sala o estancia	7.30	2.60	2.30
	Comedor	6.30	2.40	2.30
	Sala-comedor	13.00	2.60	2.30
VIVIENDA MULTIFAMILIAR	Cocina	3.00	1.50	2.30
	Cocineta integrada a estancia o a comedor	-	2.00	2.30
	Cuarto de lavado	1.68	1.40	2.10
	Baños y sanitarios	-	-	2.10
	Estancia o espacio único habitable	25.00	2.60	2.30

**Ilustración 46. Requerimientos mínimos para diseño interior.**

Fuente. (“La Gaceta. Diario Oficial de la Republica de Honduras”, 2014, p. 70)

4.2.2.2 Análisis del tamaño óptimo del proyecto

De acuerdo a la investigación de mercado y el análisis de los resultados de las encuestas realizadas, la oferta estimada de vivienda es de doce apartamentos, estos contarán con los diferentes espacios y áreas necesarias para el buen funcionamiento de una vivienda según normas nacionales e internacionales, con áreas definidas para usos comunes y la correcta operación y mantenimiento del edificio.

Según los resultados obtenidos la mayoría de las personas prefieren adquirir viviendas de tres habitaciones, y otro porcentaje menor prefiere dos habitaciones, un porcentaje muy bajo prefiere una habitación o más de tres habitaciones. Basado en el estudio de las preferencias del cliente, la propuesta de los espacios que se deben incluir el diseño de los apartamentos para dos o tres habitaciones son las siguientes:

**Tabla 35. Propuesta de espacios a incluir en el diseño de apartamentos.**

Tipo	Espacios a Incluir
Apartamento A	Sala Comedor Cocina Habitación principal Una habitación Baño compartido Área de lavandería
Apartamento B	Sala Comedor Cocina Habitación principal con baño privado Dos habitaciones adicionales Baño compartido Área de lavandería
Áreas comunes	Áreas verdes Áreas de estacionamiento Áreas de vigilancia Área para bodegas Áreas para mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.3 Análisis de la localización óptima del proyecto

Teniendo en cuenta que la localización del proyecto más adecuada será aquella que nos posibilite lograr el éxito del proyecto, en este caso un edificio de apartamentos que aplique tecnologías sostenibles y a su vez pueda ser certificado bajo las normas LEED.

La localización de este proyecto será analizada bajo los criterios descritos en la Tabla No. 34, con el fin de evaluar el terreno con que se cuenta para la construcción del proyecto de apartamentos, ubicado en la Colonia Miraflores Sur de la ciudad de Tegucigalpa.

**Tabla 36. Criterios de evaluación del terreno.**

Criterio	Descripción
Ubicación	El terreno debe estar en una zona accesible, es decir el cliente debe estar cerca de zonas comerciales y el transporte público, de esta manera se evitará el desplazamiento de largas distancias de las personas para llegar a sus sitios de trabajo, compras de alimentos y otras actividades a realizar.
Tamaño	Se debe cumplir con un tamaño mínimo del terreno, el mínimo de área con que debe contar debe ser 500 m <sup>2</sup> , así poder realizar la construcción de un edificio de cuatro niveles, un nivel de estacionamiento y tres niveles de apartamentos.
Costos	Los costos deberán estar dentro de lo presupuestado, evitando costos muy altos en la adquisición del terreno.
Vías de Acceso	Se prefiere que el terreno cuente con las vías de acceso necesarias para ingresar al mismo, ya que se evita incrementar costos al acondicionar el acceso al terreno.
Impacto Ambiental	Dado que se desea aplicar tecnologías sostenibles en el edificio, deseamos reducir al máximo el impacto al acondicionar el terreno y construir el edificio.
No inundable	Es importante estar ubicados en un área donde exista poco riesgo de inundaciones debido a la seguridad de los habitantes del edificio y como requisito a cumplir para lograr la certificación LEED.

Fuente: Elaboración propia

Considerando que ya se cuenta con el terreno para la construcción del proyecto, se realiza la siguiente evaluación del mismo, con el fin de asegurarse que el terreno cumpla con los criterios establecidos anteriormente:

**Tabla 37. Evaluación del terreno del proyecto.**

<b>Criterio</b>	<b>Peso</b>	<b>Terreno</b>	<b>Observaciones</b>
Ubicación	25%	23%	La ubicación del terreno es en la Colonia Miraflores Sur, esta es una zona que cuenta con zonas comerciales tanto dentro de la colonia como en las zonas cercanas a esta. Existen rutas de transporte urbano lo que hace más fácil la movilidad de los residentes.
Tamaño	15%	15%	El tamaño del terreno es de 515.44 m <sup>2</sup> , un poco más del tamaño requerido para este proyecto.
Costo	25%	25%	No se incurrirá en costos por compra de terreno ya que este ya fue adquirido con anterioridad.
Vías de Acceso	15%	14%	Esta colonia cuenta con todas sus vías de acceso desarrolladas y acondicionadas.
Impacto Ambiental	10%	9%	Se evitara al máximo los daños ambientales.
No inundable	10%	10%	No es una zona inundable según datos recabados.
Total	100%	96%	

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se realiza una descripción detallada del terreno para la construcción del proyecto:

**Tabla 38. Datos del terreno del proyecto.**

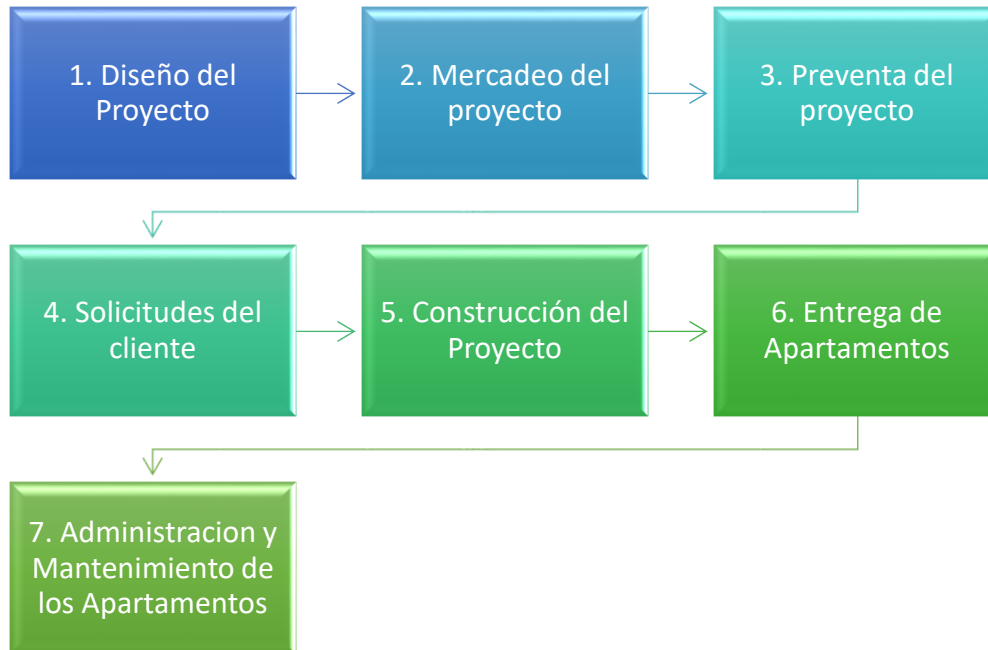
DATOS DEL TERRENO	
Ubicación	Colonia Miraflores Sur
Tamaño	515.44 M2
Costo	Terreno Propio
Vías de Acceso	Blvd. Miraflores, Blvd. Kuwait, Blvd. F.F.AA..
Impacto Ambiental	Bajo, no tiene vegetación, se realizarán algunos trabajos de terracería.
No inundable	No hay riesgos de inundación en la zona.
<b>FOTOGRAFÍAS</b>	
	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2.4 Ingeniería del proyecto

El edificio se ha diseñado para tener doce apartamentos, todos cuentan con tecnologías sostenibles con el fin que el edificio logre obtener su certificación LEED, esto implica tener en cuenta todas las tecnologías sostenibles que deberán ser aplicadas en el edificio, desde su concepción, diseño, construcción hasta su operación y mantenimiento.

Tomando en cuenta los requerimientos del diseño de un edificio de apartamentos y las normas LEED, se detalla a continuación el proceso para la construcción y funcionamiento del proyecto.



**Ilustración 47. Descripción de los procesos del proyecto.**

Fuente: Elaboración propia

Los procesos mostrados en la ilustración 47, se detalla en la tabla donde se describen los procesos establecidos a seguir durante la definición, construcción y ejecución del proyecto.

**Tabla 39. Descripción de los procesos del proyecto.**

Proceso	Descripción
1. Diseño del Proyecto	<p>Diseño completo del edificio, esto incluye la definición de los espacios y su funcionalidad dentro de los apartamentos, diseño de áreas comunes y áreas verdes; además incluye el diseño de las instalaciones electromecánicas, hidrosanitarias y estructurales.</p> <p>Definición de las tecnologías sostenibles que deberán ser aplicadas, equipo eléctrico, hidrosanitario y acabados que deberá tener el edificio.</p> <p>Definición de orientación del edificio de manera que cumpla con los criterios de Integración de las normas LEED, referente a asoleamientos,</p>

Proceso	Descripción
1. Diseño del Proyecto	<p>circulación de aire, etc.</p> <p>Definición de procedimientos a seguir para la Gestión de Desechos de Construcción, Selección de Productos a Utilizar tanto en la construcción como en iluminación, ventilación, utilización del agua, selección de proveedores y personal que trabajará en el proyecto, etc.</p> <p>Definición de los procesos de administración y mantenimiento del edificio.</p> <p>Definición de los programas de pago que deberán cumplir los clientes por la compra de los apartamentos.</p> <p>Definición de los procesos de supervisión y monitoreo para el cumplimiento de fechas de entrega, cumplimiento de solicitudes realizadas por los clientes, cumplimiento de especificaciones técnicas, tramite de solicitudes de cambio y ejecución del proyecto.</p> <p>Definición de los procedimientos para realizar solicitudes de cambio y ejecutarlas.</p>
2. Mercadeo del Proyecto	<p>Una vez definido el proyecto y la cantidad que el cliente deberá pagar por la compra de los apartamentos se procederá a realizar la promoción y venta de los apartamentos.</p> <p>Se realizará la definición de los medios en que será promocionado el edificio, la sala de ventas y las personas que estarán encargadas de la atención de clientes, negociaciones y firmas de contratos.</p>
3. Preventa del Proyecto	<p>Se realizará una venta de los apartamentos previo al inicio de la construcción del edificio, en las fechas estipuladas y otorgando beneficios a los cliente por realizar compras anticipadas.</p>
4. Solicitud del Cliente	<p>Una vez firmado el contrato, se deberá acordar con el cliente las adaptaciones o solicitudes especiales que desea sea incluido en su apartamento, es decir definición de las solicitudes personales de cada cliente. Estas solicitudes no deberán ser analizadas antes de ser aprobadas ya que no deberán comprometer el diseño del edificio y la aplicación de las tecnologías sostenibles y la obtención de la certificación LEED.</p> <p>Definición de los procedimientos a seguir para hacer las solicitudes formales, firmadas por ambas partes y definidos los costos adicionales por los cambios solicitados.</p>
5. Construcción del Proyecto	<p>Revisión de planos para la construcción del edificio, estos deberán incluir todas las modificaciones y solicitudes individuales de los clientes.</p> <p>Construcción y ejecución del proyecto, según planos corregidos.</p> <p>Recepción, aceptación y ejecución de solicitudes de cambio realizadas ya sea por el propietario, el cliente o el ejecutor según necesidades del proyecto.</p> <p>Supervisión continua durante la ejecución del proyecto, con el fin de asegurarse de la calidad del proyecto y el cumplimiento de las especificaciones establecidas.</p> <p>Asegurar la correcta aplicación de las tecnologías sostenibles definidas para este proyecto, además de asegurarse del buen funcionamiento.</p> <p>Asegurar la correcta aplicación de los procedimientos definidos para la ejecución de las diferentes actividades a realizar.</p>
6. Entrega de Apartamentos	<p>Realizar las actividades de revisión de los apartamentos para asegurarse que éstos cumplan con los estándares de calidad, antes de ser entregados a los clientes.</p> <p>Asegurar que los clientes sean conscientes de las tecnologías sostenibles que han sido instaladas en su apartamento y el edificio, además de asegurar que el cliente conoce el funcionamiento de estas tecnologías.</p>
7. Administración y Mantenimiento de los Apartamentos	<p>Asegurar el buen funcionamiento de todo el edificio, según procedimientos definidos.</p> <p>Asegurar la buena administración del edificio según el procedimiento</p>

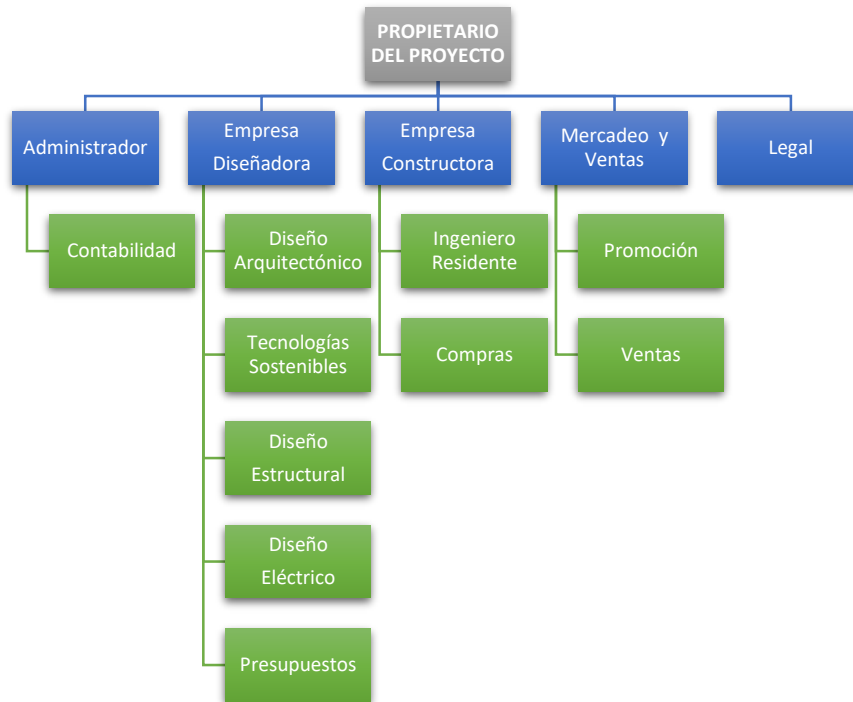


Proceso	Descripción
	<p>definido, esto incluye aprobación de nuevos inquilinos, cumplimiento del mantenimiento necesario del edificio, contrataciones de personal, etc.</p> <p>Asegurar el cumplimiento de los cronogramas de mantenimiento y así evitar daños al edificio.</p> <p>Realizar el mantenimiento correctivo según procedimientos definidos.</p>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2.5 Análisis organizativo, administrativo y legal

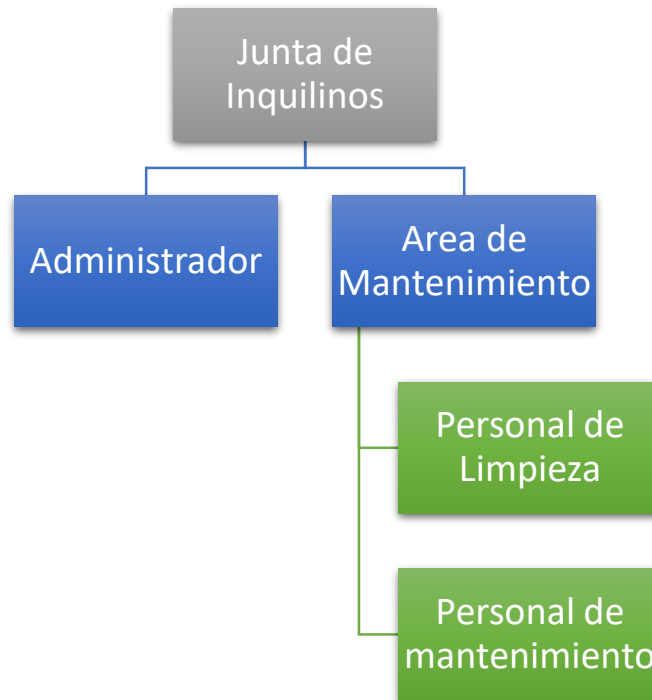
La administración de este proyecto durante su período de construcción hasta la entrega de los apartamentos, la realizará el propietario del proyecto quien tomará las decisiones más importantes del mismo, las aprobaciones y cambios se realizarán únicamente con el visto bueno del propietario, la estructura organizacional del proyecto está detallada en la ilustración No. 48.



**Ilustración 48. Estructura organizacional del proyecto.**

Fuente: Elaboración propia

Una vez entregados que los apartamentos a sus propietarios, la administración estará a cargo de una junta de los inquilinos quienes estarán a cargo de contratar el personal para las labores de administración y mantenimiento, la estructura organizacional está detallada en la siguiente ilustración No. 49.



**Ilustración 49. Estructura organizacional del edificio de apartamentos bajo administración Junta Inquilinos.**

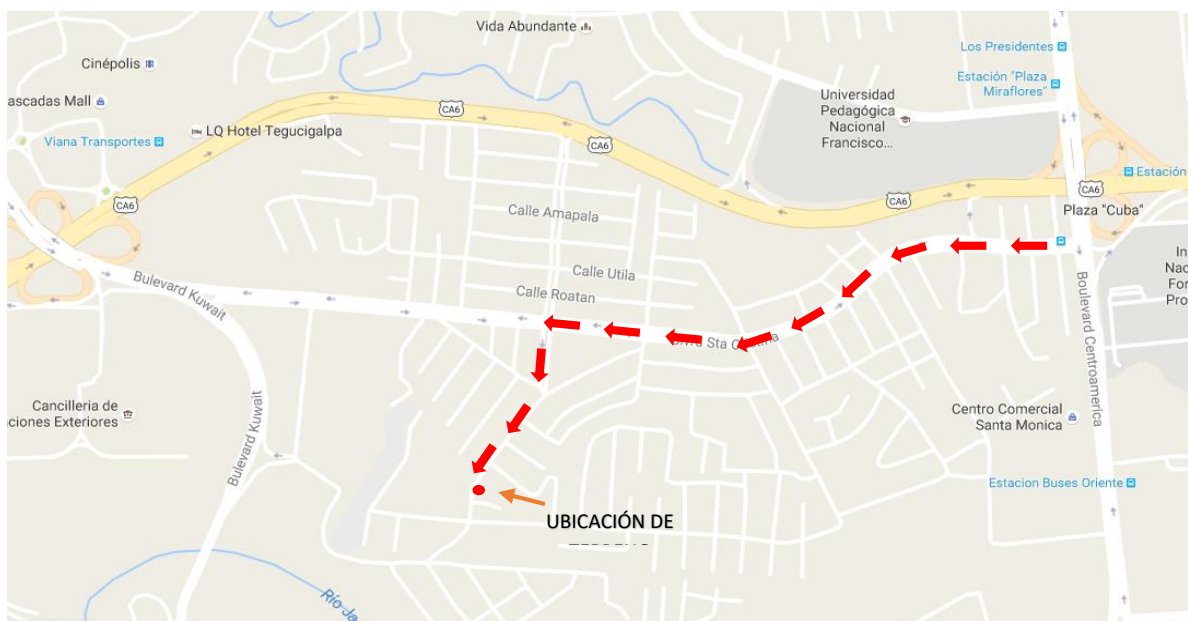
Fuente: Elaboración propia

## 4.2.3 Estudio Legal

### 4.2.3.1 Reglamento de la zonificación, obras y uso del suelo en el Distrito Central.

Este reglamento se aplica a cualquier tipo de construcción, remodelación, ampliación e intervención física de cualquier edificación en el Distrito Central. La definición de Condominio vertical según el reglamento es la siguiente: “Modalidad mediante la cual cada propietario exclusivo de parte de la edificación conformada por varios pisos y en común de todo el terreno y edificaciones o instalaciones de uso general”. (“La Gaceta. Diario Oficial de la Republica de Honduras”, 2014, p. 21).

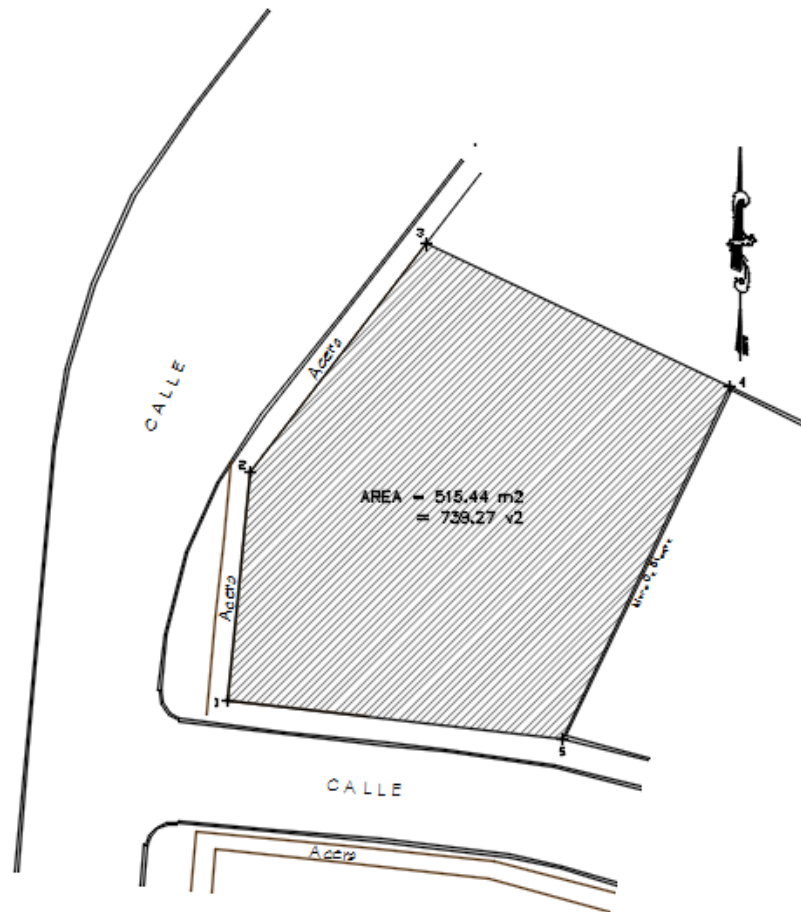
- a. Lineamientos de construcción establecidos por METROPLAN ( Plan de desarrollo metropolitano de la Alcaldía Municipal del Distrito Central



### **Ilustración 50. Ubicación del proyecto**

Fuente: Elaboración propia

El terreno se encuentra ubicado en la colonia Miraflores Sur, en la Ciudad de Tegucigalpa, el terreno cuenta con 515.44 m<sup>2</sup> lo cual equivale a 739.27 v<sup>2</sup>.



### Ilustración 51. Lote del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

Este reglamento establece 5 categorías para las colonias y residenciales de la capital, las cuales son R1, R2, R3, R4 y RE, según la categoría en la que se encuentre el proyecto, este deberá seguir ciertos lineamientos de construcción. El proyecto se encuentra ubicado en la colonia Miraflores Sur, la cual se encuentra en la categoría R2. A continuación se indican los lineamientos de construcción que se deben seguir para esta categoría según el reglamento.

1. La altura máxima del edificio debe ser de 40 m, ya que el ancho mínimo de la calle es de 8 m.
2. Las tuberías de ventilación o cualquier otra tubería no pueden colocarse en las fachadas principales y no pueden ser vistas desde las vías públicas.

3. Las edificaciones de esquina deberán tener un radio mínimo de 3.00m en todos los pisos o 2.50 m de longitud a 45 grados. No es permitido el acceso de los vehículos en las esquinas del lote.
4. Se podrán tener voladizos con un máximo de 0.90m fuera del límite de la propiedad. Su altura mínima es de 3.00m y no se permite que se viertan sus aguas sobre la acera.
5. La construcción de balcones o terrazas podrá estar ubicada en el área de retiro, con un ancho máximo del 50% del área de retiro requerida según indique el reglamento. (el propietario deberá hacerse responsable en caso que se coloquen árboles, postes o elementos para el servicio público).
6. El proyecto tiene aproximadamente 380m<sup>2</sup> de construcción por piso, solamente requiere un acceso y una salida vehicular.
7. Es prohibido abrir ventanas que den vista al terreno del vecino, a menos que se tenga una distancia mínima de 3.00m.

b. Documentación necesaria para el permiso de construcción

El permiso de construcción es un documento en el cual La Gerencia de Control de La Construcción autoriza iniciar con las obras descritas en toda la documentación presentada en el plazo de tiempo que se crea conveniente; es prohibido realizar obras de cualquier índole cuando el permiso no ha sido emitido, este cancelado o haya vencido.

La documentación necesaria debe ser presentada por el propietario, en este caso el dueño del proyecto y de todos los profesionales encargados del mismo, quienes compartirán responsabilidad con el propietario en caso de ocurrir algún inconveniente; todos los profesionales involucrados deberán estar debidamente colegiados y activos en sus respectivos gremios, además deberán presentar sus solvencias correspondientes emitidas por cada colegio de profesionales, los encargados de la obra son los siguientes:

- Encargados del cálculo estructural
- Encargados del diseño
- Encargado del cálculo eléctrico e hidráulico
- Ejecutor de la obra

A continuación, se detalla la documentación requerida para la obtención del permiso de construcción:

**Tabla 40. Documentación requerida para la obtención del permiso de construcción.**

Profesionales involucrados	Documentación requerida	Planos requeridos
Firma del personal encargado del diseño.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presupuesto de la obra (firmado, sellado y timbrado).</li> <li>• Nota de responsabilidad del ingeniero o arquitecto encargado de la ejecución de la obra (timbre, firma y sello).</li> <li>• Solvencia vigente original emitida por el colegio profesional respectivo.</li> <li>• Contrato de ejecución de la obra entre el profesional (arquitecto o ingeniero civil) y el propietario de la obra, debidamente firmado, sellado y timbrado.</li> <li>• Hoja de afiliación profesional (para ingeniero civil 1 original y cuatro copias, para arquitectos 5 originales).</li> <li>• Datos de profesional en formulario de solicitud, firma y sello.</li> <li>• Rótulo del proyecto con el profesional responsable de la obra y el número de licencia correspondiente.</li> <li>• Licencia de Obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arquitectos, 2 juegos de planos originales timbrados originales, sello y firma en todos los planos).</li> <li>• Ingenieros, 2 juegos de planos, (2 timbres en planos originales, sello y firma únicamente en un juego de planos el otro debe ser copia).</li> <li>• Todos los planos debidamente firmados, sellados y timbrados por el profesional planificador de la obra (según lo requerido por cada colegio profesional)</li> </ul>
Firma del profesional ejecutor.		
Firma del profesional responsable del cálculo de las estructuras.		
Firma del personal responsable de las instalaciones eléctricas / hidráulicas.		

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de Metro plan, publicado en la gaceta, año 2014.

**Tabla 41. Tabla de requisitos para trámite de permiso de construcción**

Tipo de obra	Requisitos básicos	Requisitos complementarios	Planos a Presentar
	-Formula f-01 -Copia del documento de identidad -Solvencia Municipal del propietario, del dueño o representante legal. -Acta de nombramiento de representante legal original o autenticada (cuando es una empresa o sociedad)	-Constancia ambiental otorgada por la unidad de Gestión (UGAM) o licencia ambiental emitida por la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) incluyendo el contrato de	-Plano de localización, acotado, identificando avenidas y calles circundantes. -Plano de ubicación del polígono, acotado, integrando los lotes que conforman el proyecto e indicando colindancias.

Tipo de obra	Requisitos básicos	Requisitos complementarios	Planos a Presentar
	Copia de escritura pública del inmueble o contrato de promesa de venta autenticada o constancia de legalización de tierras ante la AMDC. -Estado de cuenta (Bienes inmuebles) solvencia al año en que se presentó a realizar los trámites. -Croquis de ubicación.	mitigación según se determine)	Plazas de parqueo proyectadas -Planos arquitectónicos acotados -Plano de elevaciones y secciones -Plano de estructura -Plano de instalaciones eléctricas e hidráulicas.

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de Metro plan, publicado en la gaceta, año 2014.

#### 4.2.3.2 Ley General del Ambiente en Honduras

Esta ley es aplicable según el artículo 4 a los proyectos público y privados que incidan en el ambiente, debiéndose diseñar y ejecutar teniendo en cuenta los recursos naturales y el ser humano, además de la interrelación de los mismos. Según el artículo 5 de esta ley, todos los proyectos susceptibles de degradar o contaminar el ambiente deberán ser sometidos a una evaluación de impacto ambiental para prevenir efectos negativos.

De acuerdo al Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA), aprobado el 31 de diciembre de 2009, según acuerdo 189- 2009; se detalla en el artículo 24, los Pasos para la Obtención de Licencia Ambiental, siendo los siguientes:

- Categorización del proyecto, por medio de la Tabla de Categorización Ambiental (que se encuentra en la presente ley)
- Evaluación Ambiental Inicial y valoración de la significancia del impacto ambiental mediante los instrumentos que corresponden según la categoría del proyecto, obra o actividad.
- Pago de la Tarifa por Expedición de la Licencia Ambiental de acuerdo al monto del proyecto, obra o actividad a realizar.
- Publicación en un diario de cobertura local y/o nacional de un aviso con la intención de realizar el proyecto, su giro, la ubicación del mismo y la intención de solicitar una licencia ambiental.

- Presentación de una Solicitud de Licencia Ambiental a la Autoridad del SINEIA correspondiente acompañado de los instrumentos de evaluación del impacto ambiental, la acreditación del pago por la evaluación de impacto ambiental, la publicación; además de los requisitos legales y técnicos definidos para cada categoría de proyecto.
- Revisión de los documentos e instrumentos de evaluación ambiental solicitados.
- Decisión de otorgar o no la Licencia Ambiental solicitada.

Según el anexo 3 de la Tabla de Categorización Ambiental aprobado el 23 de diciembre de 2010 según acuerdo No. 1714-2010, el proyecto es calificado como Categoría 1, es decir un proyecto de bajo impacto ambiental potencial o riesgo ambiental, tal y como se muestra en la tabla No.

**Tabla 42. Categorización del proyecto**

Sector:	Desarrollo Urbano (Inmobiliario y de Infraestructura Diversa)
Subsector:	Desarrollo Urbano (Inmobiliario y de Infraestructura Diversa)
Categoría:	G.- Construcción
División:	Construcción
Nombre de la actividad:	Construcción de Edificios. Lotificaciones, urbanizaciones, condominios y conjuntos habitacionales.
Descripción:	Edificios para uso comercial, educativo residencial o de servicios. Para uso industrial o de almacenamiento, cuando no tenga relación con la operación de la actividad.
CIU	4520
Categorías de Impacto / Riesgo Ambiental y Sanitario:	1 - 1,500 – 7500 m2 de área total del proyecto  El proyecto propuesto cuenta con 1647.16 m2.

Fuente: (Elaboración propia. Datos obtenidos de Tabla de Categorización Ambiental)

Se deberán seguir los siguientes pasos para el Trámite de Evaluación de Impacto ambiental según se encuentra descrito en el artículo 32 de la sección tercera del capítulo IV – Procedimiento Operativo para el Otorgamiento de la Licencia Ambiental de Proyectos, Obras o Actividades Nuevas del Reglamento del SINEIA:



- Presentación de la Solicitud de Licencia Ambiental, el Formulario SINEIA F-01 y los documentos técnicos y legales que éste indica a la autoridad del SINEIA.
- La autoridad procederá a realizar la revisión de la información aportada, constatando que, efectivamente, se trata de un proyecto, obra o actividad perteneciente a la categoría 1, y que cumple con los requerimientos establecidos para la Evaluación Ambiental.
- El trámite de revisión de la solicitud, formulario y documentos durará un plazo de quince días hábiles administrativos, transcurridos los cuales, se registrará el proyecto, obra o actividad en cuestión y se emitirá la respectiva Licencia Ambiental cuando proceda.

#### 4.2.3.2 Factores de Riesgo

Es necesario identificar todos los factores que afectan el proyecto, la identificación de todos aquellos riesgos a los que podría enfrentarse y determinar la mejor manera para afrontarlos. Así también podremos determinar todas aquellas fortalezas y oportunidades que el proyecto tiene y que éstas deben ser aprovechadas para el éxito del proyecto.

Estos factores se determinan haciendo un análisis interno del proyecto a través del uso de la herramienta del análisis FODA, que nos permite identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del proyecto, se describen a continuación:

##### 1. Fortalezas

- El terreno para construir el proyecto está ubicado en una zona céntrica
- Ubicación accesible diferentes boulevard de la ciudad.
- El edificio a desarrollarse será de cuatro pisos, lo que reduce la cantidad de personas que estará circulando en el edificio y permite tener mayor privacidad.
- Se incluirán tecnologías sostenibles desde la concepción y definición del proyecto hasta la construcción y operación del edificio.
- Se logrará reducción en el consumo y el gasto mensual de energía eléctrica y agua.
- Zona accesible para el uso de transporte público.

## 2. Oportunidades

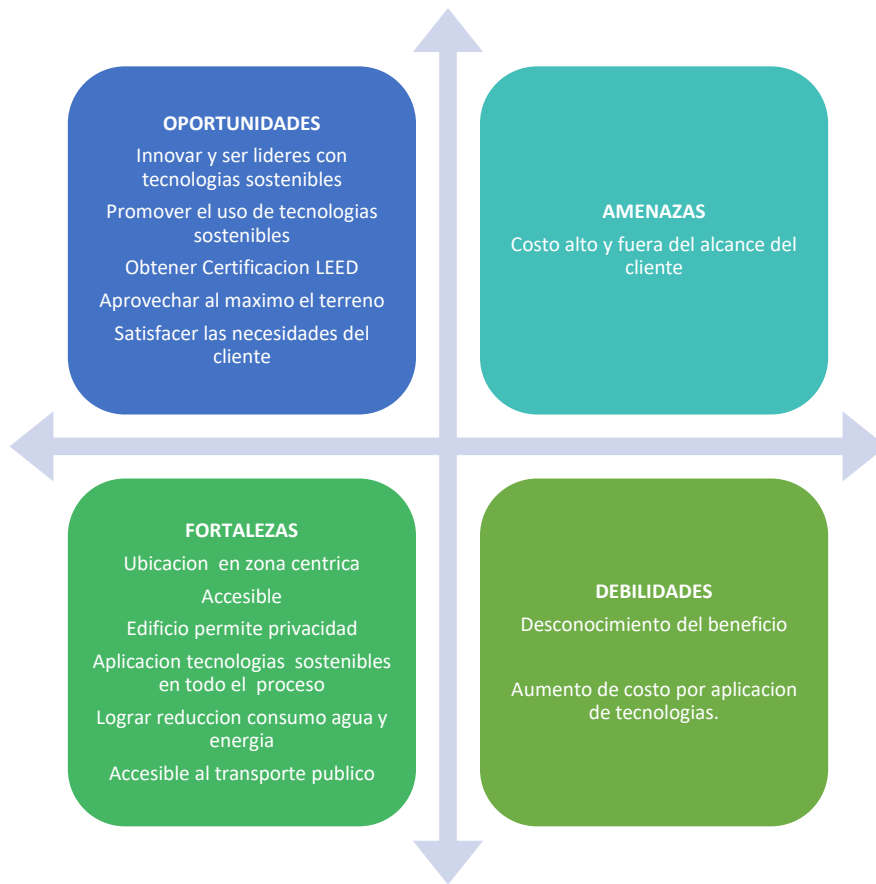
- Implementar tecnologías sostenibles que permita innovar y ser líderes en el área de la construcción, ya que los proyectos que aplican algún tipo de estas tecnologías son muy pocos.
- Promover el uso de las tecnologías sostenibles en nuevos proyectos de la ciudad, a través de la aplicación de las mismas.
- Obtener la Certificación LEED del edificio por medio del uso y aplicación correcta de las tecnologías sostenibles, diseño y aplicación correcta de las tecnologías.
- Aprovechar al máximo el terreno con que se cuenta y su ubicación para brindar las mejores instalaciones a los clientes.
- Satisfacer las necesidades de los clientes que carecen de una vivienda propia y aquellos quienes deseen adquirir un apartamento, en una zona accesible y con una propuesta innovadora.

## 3. Debilidades

- Desconocimiento de los beneficios de la aplicación de las tecnologías sostenibles por parte de la población, por lo que pueden rechazar el uso de las mismas en su vivienda.
- Al utilizar estas tecnologías los costos del apartamento pueden aumentar y los clientes se reúsen a pagar por estos.

## 4. Amenazas

- La aplicación de las tecnologías podría encarecer el costo de los apartamentos y podrían estar fuera del alcance de los clientes.



**Ilustración 52. Análisis FODA**

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. 2.4. Estudio financiero

El análisis financiero nos ayuda a determinar si el proyecto es viable económicamente, es fundamental para la evaluación económica sobre todo en proyectos de inversión. Para la realización de este estudio se inició con la elaboración del presupuesto para la construcción del edificio. Los costos se estimaron en base los precios de construcción por m<sup>2</sup> que maneja la empresa de construcción GIA (empresa dedicada al rubro de la construcción en el país) y se incorporaron los costos de la aplicación de tecnologías y materiales sostenibles de acuerdo a cotizaciones y a precios brindados por distintos proveedores en el país.

**Tabla 43. Análisis de costo de construcción del proyecto**

Análisis de costo de construcción promedio	Área m <sup>2</sup>	Cantidad	Total m <sup>2</sup>	Precio/m <sup>2</sup>		Total
				Lempiras	Dólares	
Apartamento tipo A	115.70	3.00	347.10	L. 9,453.36	\$ 400.00	\$ 138,840.00
Apartamento tipo B	87.05	3.00	261.15	L. 9,453.36	\$ 400.00	\$ 104,460.00
Apartamento tipo C	86.56	3.00	259.68	L. 9,453.36	\$ 400.00	\$ 103,872.00
Apartamento tipo D	77.61	3.00	232.83	L. 9,453.36	\$ 400.00	\$ 93,132.00
Áreas comunes	145.90	1.00	145.90	L. 7,090.02	\$ 300.00	\$ 43,770.00
Sótanos	400.50	1.00	400.50	L. 5,672.02	\$ 240.00	\$ 96,120.00
Costos por aplicación de tecnologías sostenibles						\$ 33,000.00
Total área construida			1,647.16			\$ 613,194.00
				<b>Precio/m<sup>2</sup></b>		<b>\$ 372.27</b>

Fuente: Elaboración propia.

##### 4.2.4.1 Plan de inversión- presupuesto del proyecto

El plan de inversión es la cantidad de dinero que se requiere para la realización del proyecto, esta se determinó a partir del precio por m<sup>2</sup> de construcción incorporando los gastos adicionales

que se requieren. El edificio cuenta con 1,647.16 m<sup>2</sup> de construcción de los cuales solamente el 67% es vendible, ya que no se consideran las áreas comunes y el estacionamiento.

**Tabla 44. Costo por metro cuadrado del proyecto.**

Datos generales del proyecto	Dólares	Lempiras
<b>m<sup>2</sup> totales</b>	1,647.16	
<b>m<sup>2</sup> vendibles</b>	1,100.76	
<b>costo m<sup>2</sup></b>	<b>\$ 372.27</b>	<b>L. 8,897.34</b>

Fuente: (Elaboración propia)

En el plan de inversión se consideran todos los gastos directos e indirectos que se requieren, ya que no solamente la construcción y diseño intervienen en el proyecto, es necesario otros gastos que se detallan en la tabla que se muestra a continuación. De acuerdo a los resultados obtenidos, el precio por m<sup>2</sup> de las áreas vendibles es de 748.97 dólares.

**Tabla 45. Plan de inversión del proyecto.**

Inversión	Unidad	m <sup>2</sup>	costo/m <sup>2</sup>	Total	\$/m <sup>2</sup> venta		
Construcción	m <sup>2</sup>	1,647.160	\$ 372.27	\$ 613,194.00	557.06	<b>74%</b>	
Terreno	V <sup>2</sup>	654.940	\$ 140.00	\$ 91,691.60	83.30	<b>11%</b>	
Diseño (sobre el precio de construcción)		0.050		\$ 30,659.70	27.85	4%	
Permisos (sobre el precio de construcción)		0.010		\$ 6,131.94	5.57	1%	
Estudio de mercado		0.020		\$ 12,263.88	11.14	1%	
Comisión de ventas		0.020		\$ 24,216.72	22.00	3%	
Gastos de mercadeo		0.020		\$ 12,263.88	11.14	1%	
Gastos legales				\$ 10,000.00	9.08	1%	
				<b>Sub total</b>	<b>\$ 800,421.72</b>	<b>727.15</b>	<b>97%</b>
Imprevistos		0.03		\$ 24,012.65	21.81	3%	
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 824,434.37</b>	<b>748.97</b>	<b>100%</b>

Fuente: (Elaboración propia)

#### 4.2.4.2. Fondos de financiamiento del proyecto

Al ser un proyecto de carácter privado y según se identificó a través de contacto directo con el dueño del proyecto, los fondos de financiamiento del proyecto provienen de:

- El 30% de la inversión será capital propio.
- El 30% de la inversión será a través de las preventas de los apartamentos, se determinó este porcentaje
- El 40% a través de aportaciones de los socios.

**Tabla 46. Fondos de financiamiento del proyecto**

Considerando la preventa del 30% de los apartamentos:

Capital	30.00%	\$ 247,330.31	L. 5935,927.48
Aportación de los socios.	40.00%	\$ 329,773.75	L. 7914,569.97
Preventa	30.00%	\$ 247,330.31	L. 5935,927.48
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>\$ 824,434.37</b>	<b>L. 19786,424.92</b>

Considerando la obtención de un préstamo bancario por el 30% del costo del proyecto:

Capital	30.00%	\$ 247,330.31	L. 5935,927.48
Aportación de los socios.	40.00%	\$ 329,773.75	L. 7914,569.97
Préstamo bancario	30.00%	\$ 247,330.31	L. 5935,927.48
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>\$ 824,434.37</b>	<b>L. 19786,424.92</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.3. Análisis de precios

El precio de venta de cada uno de los apartamentos se determinó en función a los metros cuadrados del mismo, el precio de venta propuesto es de 990 dólares, es decir aproximadamente L. 23760 lempiras. Debido a que no se realizó un préstamo bancario se omiten el interés de financiación y se considera un costo capital del 10% que es el porcentaje de intereses a plazo fijo que manejan los bancos y las cooperativas del país.

**Tabla 47. Análisis de precios del proyecto.**

Tipos de apartamento	Área m <sup>2</sup>	Cantidad	Total m <sup>2</sup>	Precio de venta por apartamento		Total ingresos
				Dólares	Lempiras	
Apartamentos tipo A	115.70	3.00	347.10	114,543.00	2749,032.00	\$ 343,629.00
Apartamentos tipo B	87.05	3.00	261.15	86,179.50	2068,308.00	\$ 258,538.50
Apartamentos tipo C	86.56	3.00	259.68	85,694.40	2056,665.60	\$ 257,083.20
Apartamentos tipo D	77.61	3.00	232.83	76,833.90	1844,013.60	\$ 230,501.70
<b>Total área construida</b>			<b>1,100.76</b>			<b>\$ 1089,752.40</b>
						\$ 990.00
						Precio de venta /m <sup>2</sup>

**Utilidad proyectada sin consideras la obtención de un préstamo bancario.**

Utilidad proyectada	Dólares	Lempiras
Inversión	\$824.434,37	L19.786.424,88
Ventas	\$1.089.752,40	L26.154.057,60
<b>Utilidad antes de impuesto</b>	<b>\$265.318,03</b>	<b>L6.367.632,72</b>
Impuesto sobre la renta 25% (persona jurídica)	\$66.329,51	L1.591.908,18
Aportación solidaria (5% de la utilidad superior a L. 1,000,000)	\$11.182,57	L268.381,68
Impuesto sobre volumen de ventas (impuesto sobre industria y comercio, capítulo II, artículo 19)	\$1.248,53	L29.964,64
<b>Total impuestos (Utilidad-impuesto)</b>	<b>\$78.760,60</b>	<b>L1.890.254,50</b>
Utilidad real	\$186.557,43	L4.477.378,22
<b>Porcentaje de utilidad</b>	<b>22,63%</b>	

**Utilidad proyectada considerando la obtención de un préstamo bancario.**

Utilidad proyectada	Dólares	Lempiras
Inversión	\$824.434,37	L19.786.424,88
Ventas	\$1.089.752,40	L26.154.057,60
<b>Utilidad bruta</b>	<b>\$265.318,03</b>	<b>L6.367.632,72</b>
Gastos financieros (considerando una tasa de interés del 18% a un plazo de dos años)	\$49.015,54	L1.176.372,89
<b>Utilidad antes de impuesto</b>	<b>\$216.302,49</b>	<b>L5.191.259,83</b>
Impuesto sobre la renta 25% (persona jurídica)	\$54.075,62	L1.297.814,96
Aportación solidaria (5% de la utilidad superior a L. 1,000,000)	\$11.182,57	L209.562,99
Impuesto sobre volumen de ventas (impuesto sobre industria y comercio, capítulo II, artículo 19)	\$1.248,53	L24.318,05
<b>Total impuestos (Utilidad-impuesto)</b>	<b>\$66.506,72</b>	<b>L1.531.696,00</b>
Utilidad real	\$149.795,77	L3.659.563,83
<b>Porcentaje de utilidad</b>	<b>18,50%</b>	

Según el análisis anterior se puede concluir que el proyecto es rentable económicamente ya presentando las siguientes opciones:

1. Si se considera la venta de los apartamentos en preventa, es decir el 30% de los fondos para el financiamiento del proyecto se obtiene una utilidad del 22.63%, lo cual es superior al 10% del costo de capital (porcentaje de interés que brinda el banco por depósitos a plazo fijo).
2. Si se considera la obtención de un préstamo bancario, es decir el 30% de los fondos para el financiamiento del proyecto se obtiene una utilidad del 18.50%, lo cual es superior al 10% del costo de capital (porcentaje de interés que brinda el banco por depósitos a plazo fijo).



#### 4.2.5 Propuesta

Una vez realizados los diferentes estudios y el análisis de los resultados obtenidos en las encuestas, se procede a desarrollar una propuesta para la implementación del proyecto de edificio de apartamentos con tecnologías sostenibles en la Ciudad de Tegucigalpa.

Se ha desarrollado una propuesta eficiente e integrada al entorno donde se construirá el edificio, de manera que permita que sus habitantes puedan disfrutar de las ventajas y beneficios de un edificio sostenible. “... la clave no está en producir más barato, sino en vender más y mejor, y para esto hay que diferenciarse, satisfacer la demanda, y la demanda prefiere viviendas mejor diseñadas, más sostenibles, y más eficientes” (Rea, 2011, p. 5).

##### 4.2.5.1. Título de la Propuesta

Edificio de Apartamentos Implementando Normas LEED en la Ciudad de Tegucigalpa.

##### 4.2.5.2 Descripción General del Proyecto

El proyecto consiste en un edificio de apartamentos, éste utilizará tecnologías sostenibles y tomará como guía las normas LEED, con el fin de aplicar y obtener esta certificación. Se propone la aplicación de diferentes tecnologías que están orientadas a la reducción del impacto ambiental generado por la construcción y uso de los edificios, como ser aquellas relacionadas al uso y manejo eficiente del agua y la energía, la calidad del ambiente interior, materiales y recursos utilizados, y un proceso integrador de todo el proyecto.

##### 4.2.5.3 Descripción del Edificio

Se propone la construcción de un edificio, en el terreno ubicado en la Colonia Miraflores Sur, en la ciudad de Tegucigalpa, con un área de 515.44 m<sup>2</sup> disponibles para el desarrollo del proyecto.

Este edificio contendrá 1,647.16 m<sup>2</sup> de construcción, distribuidos de la siguiente manera: Nivel 1, área de estacionamientos para inquilinos, área de estacionamiento para visitas, garita de vigilancia, bodega de mantenimiento, y áreas de acceso al edificio, con un área de 400 m<sup>2</sup>.

Nivel 2, 3 y 4, diseño tipo para todos los niveles de apartamentos, en cada de nivel se distribuyen cuatro apartamentos con dos y tres habitaciones, con un área desde 77.00 m2 hasta 115.00 m2 de construcción.

#### 4.2.5.4 Propuesta de Diseño

El diseño completo del edificio incluye la propuesta de diseño de los diferentes apartamentos, se desarrolla la parte arquitectónica, constructiva e incorporan las diferentes tecnologías sostenibles anteriormente propuestas para lograr la certificación LEED. La propuesta de diseño para cada uno de los apartamentos se describe a continuación, detallando las áreas libres de cada una de los espacios diseñados:

**Tabla 48. Apartamento tipo A**

<b>Apartamento A</b> Área Total: 115.70 m <sup>2</sup>	
	Cocineta: 7.86 m <sup>2</sup> Sala / Comedor: 15.26 m <sup>2</sup> Dormitorio Principal: 15.22 m <sup>2</sup> Dormitorio 2: 8.89 m <sup>2</sup> Dormitorio 3: 10.57 m <sup>2</sup> Baño Compartido: 3.70 m <sup>2</sup> Lavandería: 2.50 m <sup>2</sup> Terraza: 10.12 m <sup>2</sup>

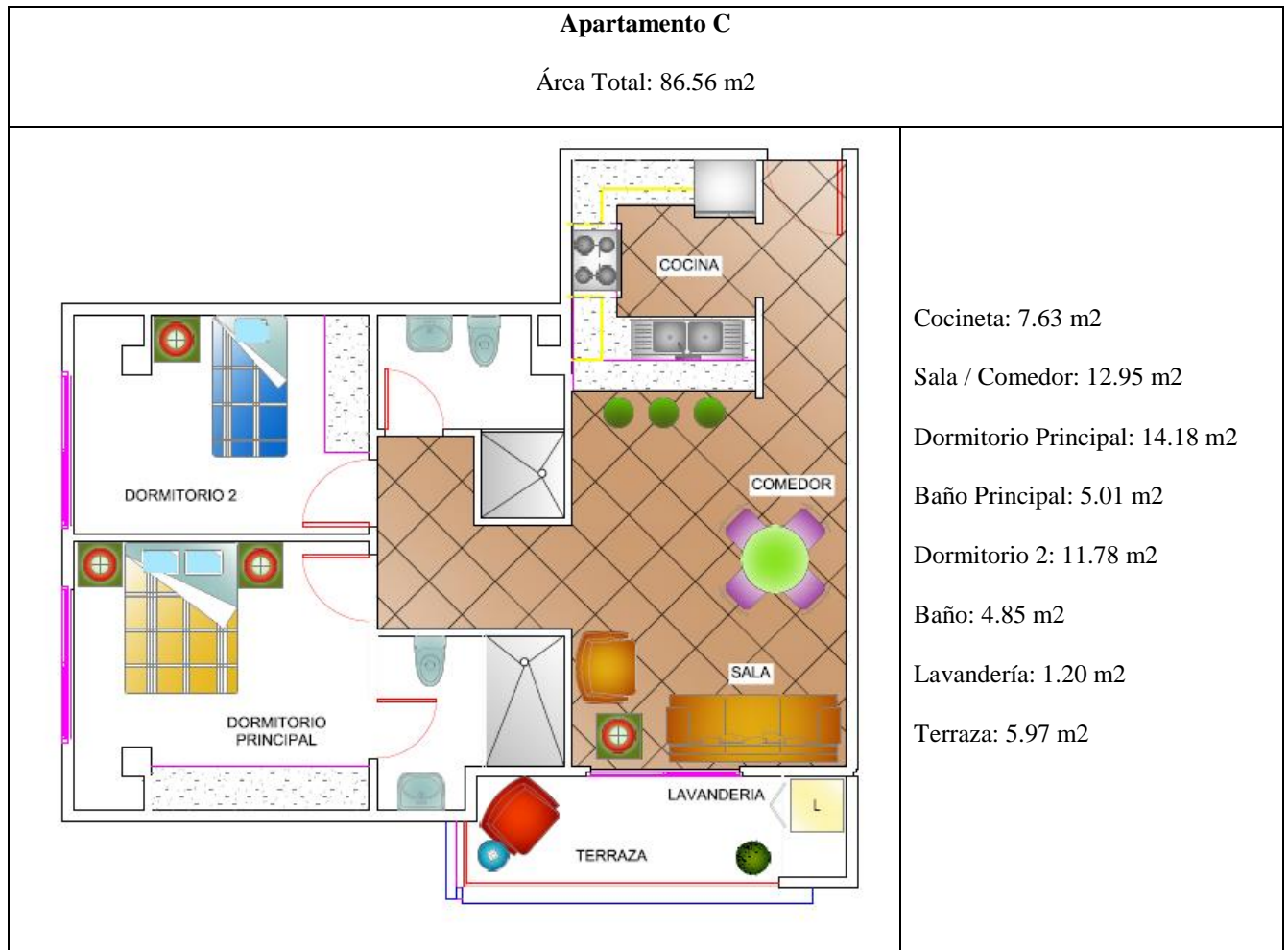
Fuente: (Elaboración propia)

**Tabla 49. Apartamento tipo B**

<p><b>Apartamento B</b></p> <p>Área Total: 87.05 m<sup>2</sup></p>	
	<p>Cocineta: 7.60 m<sup>2</sup></p> <p>Sala / Comedor: 15.70 m<sup>2</sup></p> <p>Dormitorio Principal: 10.42 m<sup>2</sup></p> <p>Baño Principal: 2.84 m<sup>2</sup></p> <p>Dormitorio 2: 8.36 m<sup>2</sup></p> <p>Dormitorio 3: 8.30 m<sup>2</sup></p> <p>Baño Compartido: 4.75 m<sup>2</sup></p> <p>Lavandería: 1.28 m<sup>2</sup></p> <p>Terraza: 4.90 m<sup>2</sup></p>

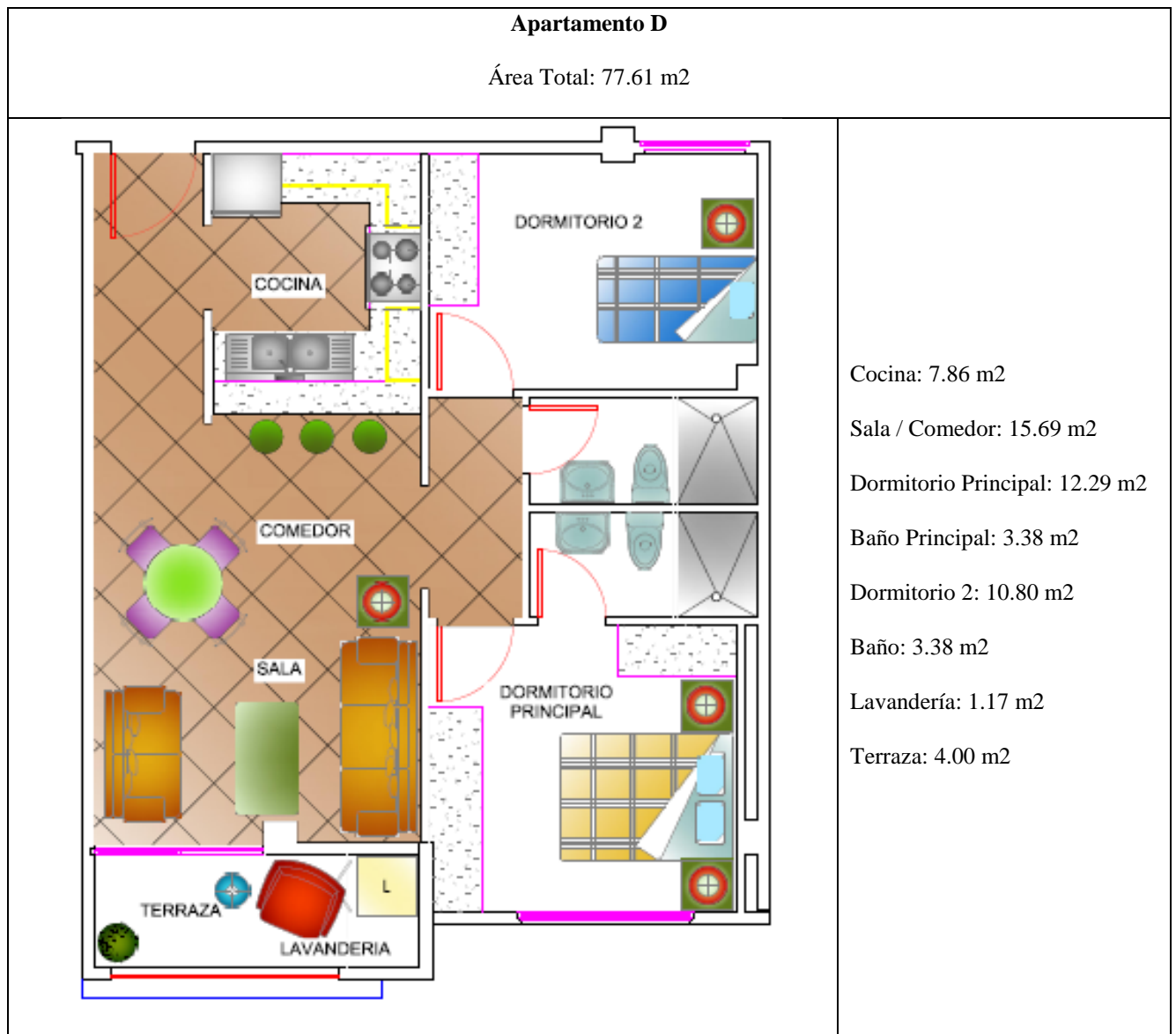
Fuente: (Elaboración propia)

**Tabla 50. Apartamento tipo C**



Fuente: (elaboración propia)

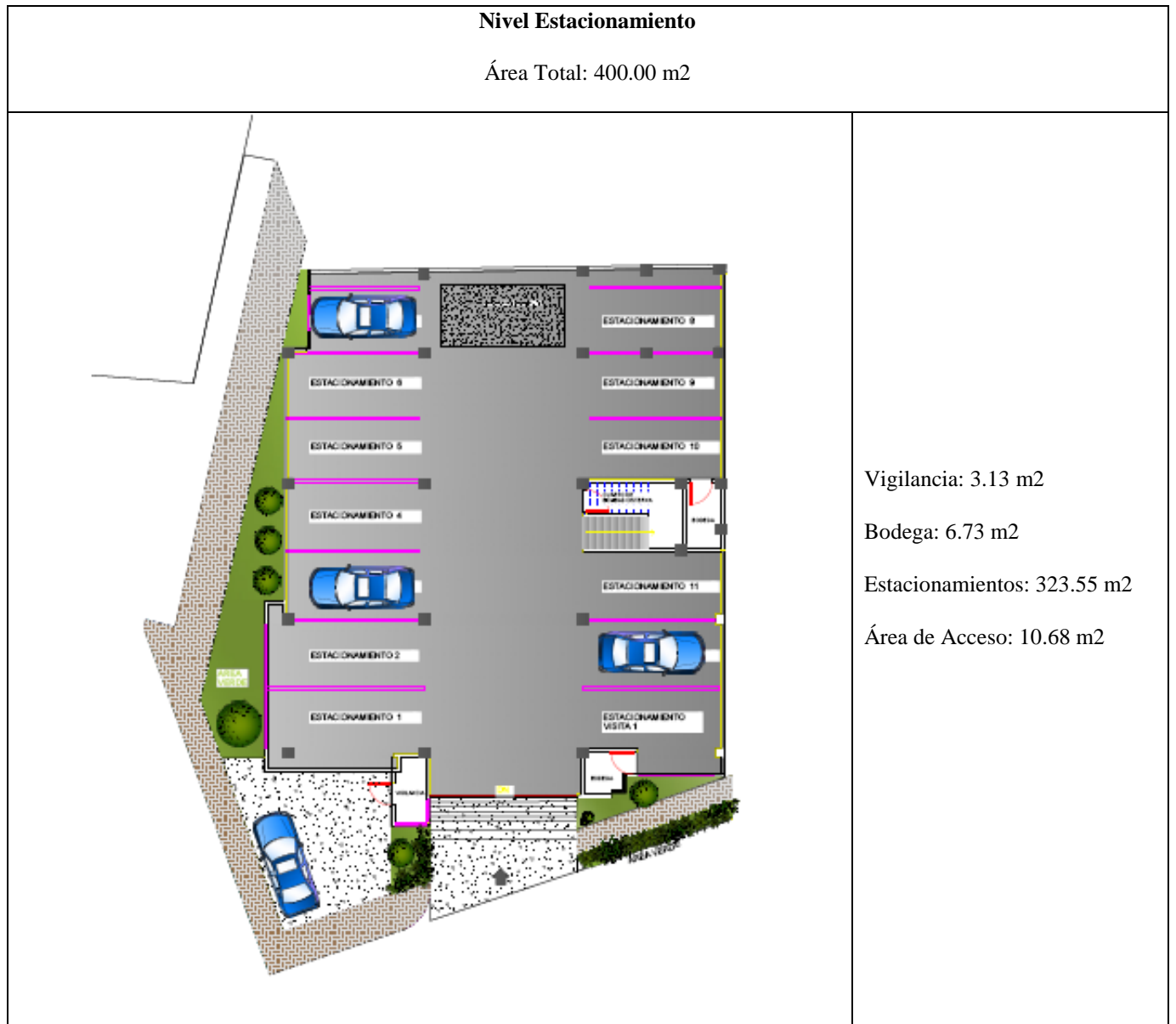
**Tabla 51. Apartamento tipo D**



Fuente: Elaboración propia)

La propuesta de diseño para el primer nivel es el siguiente, incluye un estacionamiento para cada apartamento, área de vigilancia y área de bodega.

**Tabla 52. Nivel de estacionamiento**



Fuente: (Elaboración propia)

Los diseños especificados anteriormente se basaron en el resultado de los análisis de las encuestas, tomando en cuenta las necesidades y deseos de los clientes, de los cuales el 50 % manifestó necesitar tres habitaciones y solamente el 28% dos habitaciones. Se propone un edificio de doce apartamentos, seis apartamentos de tres habitaciones y seis apartamentos de dos habitaciones.

Se realizará una supervisión cuidadosa de la implementación de estas tecnologías en el proceso de construcción del edificio, se procurará la menor cantidad de cambios en el diseño y el cumplimiento de las tecnologías especificadas en los planos para evitar retrasos y mayor impacto al medio ambiente.

#### 4.2.5.4 Descripción de las tecnologías sostenibles

Con el fin de lograr obtener la certificación LEED del edificio, se propone el uso de diferentes conceptos de diseño y tecnologías que contribuirán a la sostenibilidad del mismo. Las tecnologías sostenibles conceptos de diseño y procedimientos utilizados para la propuesta, se detallan a continuación:

- Junta de Inquilinos, encargada de la administración y mantenimiento del edificio, consciente de las tecnologías sostenibles implementadas, su funcionamiento y mantenimiento requerido.
- Manual de Mantenimiento del Edificio, se entregará un manual a los inquilinos y la Junta de Inquilinos donde se especifique los materiales y equipo instalado, lugar de compra, especificaciones técnicas, y programa de mantenimiento requerido.
- Reducción del uso de Agua Potable,
  - Utilización de inodoros de bajo consumo.
  - Grifos para lavamanos con consumos menores de 5lts.
  - Tratamiento de aguas grises para ser utilizada para sanitarios, riego de áreas verdes y lavado de vehículos.
- Reducción del consumo de Energía Eléctrica,
  - Utilización de iluminación LED en todo el edificio tanto en los apartamentos y el edificio en general, con un ahorro del 75% al 90% de energía y eficiencia de la iluminación de un 90%.
  - Calentador de agua solar para cada apartamento, ahorro del 80% de energía.
    - Paneles solares para cada apartamento de 300w aproximadamente, ahorro del 100% de energía y con vida útil de 25 a 30 años.

- Iluminación solar exterior, cuenta con su propio sistema de carga, encendido y apagado automático dependiendo de la luz del ambiente.
- Aprovechamiento de la luz natural en todos los espacios posibles.
  
- Materiales y Recursos,
  - Madera certificada, madera de producción sostenible ya que requiere menos energía para trabajarla y material renovable.
  - Pinturas naturales que no produzcan residuos nocivos y no perjudican el medio ambiente.
  - Fachadas verdes, mejora la calidad del aire, bajo consumo de agua y poco mantenimiento, además de funcionar como aislante térmico
  - Sistema de separación de la basura, recolección eficiente de la basura entre productos de plástico, aluminio y papel para posterior distribución.
  - Uso de enchapes de bambú, materia prima renovable.
  - Ventanas low-e, protección de rayos ultravioleta, aislamiento del calor y mejoramiento acústico.
  
- Proceso Integrador del Proyecto,
  - Orientación adecuada del edificio, ubicación de ventanas más amplias de norte a sur y se evita ubicar los espacios más utilizados hacia al este u oeste.
  - Aprovechamiento de la ventilación natural utilizando ventanas en todas las áreas posibles.
  - Espacios verdes en terrazas y balcones para brindar una mejor calidad del aire.
  - Vegetación alrededor del edificio para reducir el impacto del ruido del exterior.

#### 4.2.5.5 Costo por Apartamento

Luego de realizar el análisis de las preferencias del cliente, las tecnologías sostenibles, y el análisis de costos del edificio, el costo por m<sup>2</sup> estimado para el edificio propuesto es de \$990.00. Este costo incluye la aplicación de todas las tecnologías sostenibles mencionadas y los conceptos de diseño orientados a reducir el impacto ambiente que la construcción del edificio puede ocasionar de manera inmediata o a lo largo de su vida útil.



- Cronograma del proyecto

Se detalla las actividades principales del proyecto, con la estimación de tiempos de cada una de éstas, tomando en cuenta todas las actividades desde su diseño, mercadeo, construcción y entrega del proyecto.

**Tabla 53. Cronograma del proyecto**

Cronograma del Proyecto				
	Actividad	Duración	Comienzo	Fin
1	Diseño del Proyecto	6 meses	1 febrero 2017	1 agosto 2017
1.1	Diseño Arquitectónico	6 meses	1 febrero 2017	1 agosto 2017
1.2	Diseño Estructural	2 meses	1 abril 2017	1 junio 2017
1.3	Diseño Electromecánico	1 mes	1 abril 2017	1 mayo 2017
1.4	Diseño Hidráulico	1 mes	1 abril 2017	1 mayo 2017
1.5	Definición de Tecnologías Sostenibles	6 meses	1 febrero 2017	1 agosto 2017
2	Mercadeo del Proyecto	16 meses	1 mayo 2017	1 junio 2018
2.1	Alianza con Inmobiliarias para Promoción del Proyecto	1	1 mayo 2017	1 junio 2017
2.2	Realización de Campañas de Publicidad del Proyecto	13 meses	1 mayo 2017	1 junio 2018
3	Preventa del Proyecto	6 meses	1 mayo 2017	1 noviembre 2017
4	Solicitud de los Cliente	1 mes	1 mayo 2017	1 junio 2017
5	Construcción del Proyecto	10 meses	1 agosto 2017	1 junio 2018
5.1	Contratación de Empresa Constructora	1 mes	1 agosto 2017	1 septiembre 2017
5.2	Contratación de Empresa Supervisora	1 mes	1 agosto 2017	1 septiembre 2017
5.3	Construcción del Edificio de Apartamentos	8 meses	1 septiembre 2017	1 mayo 2018
5.4	Cierre	1 mes	1 mayo 2018	1 junio 2018
6	Entrega de Apartamentos	1 mes	1 junio 2018	1 julio 2018
7	Administración y Mantenimiento de Apartamentos	1 mes	1 julio 2018	1 agosto 2018
7.1	Entrega de Apartamentos	1 mes	1 julio 2018	1 agosto 2018
7.2	Capacitación de Inquilinos sobre el mantenimiento y entrega de Manual de Mantenimiento del Edificio	0.50 mes	15 julio 2018	1 agosto 2018

Fuente: (Elaboración propia)



## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

1. La construcción del proyecto propuesto, un edificio de apartamentos de cuatro niveles ubicado en la Colonia Miraflores Sur que implemente tecnologías sostenibles y aplique a una certificación LEED, es factible ya que este presenta una utilidad de 22.63% al considerar la pre-venta del 30% del proyecto y de 18.50% al considerar un préstamo bancario del 30% del costo del proyecto.
2. Al realizar un análisis de la oferta habitacional en la Ciudad de Tegucigalpa, se pudo determinar que el precio por m<sup>2</sup> de los edificios de apartamentos que actualmente están a la venta y que aplican pocas o ninguna tecnología sostenible, es aproximadamente \$ 933. 35. El precio de venta propuesto del proyecto es de \$990.00 dólares por m<sup>2</sup>, lo que equivale a un 6% más del precio de los apartamentos que están actualmente en el mercado.
3. Se logró identificar los edificios de apartamentos que aplican prácticas sostenibles conocidos en la ciudad de Tegucigalpa, son: Ecovivienda y Green Tower. Ecovivienda ha sido reconocido y preferido por los usuarios gracias a ciertas características sostenibles que implementa en sus edificaciones. Estos proyectos aplican prácticas sostenibles como ser la cosecha de agua lluvia, calentador solar, tratamiento y reciclaje de aguas residuales, uso de focos LED y ahorradores, ascensores y aire acondicionado de alta eficiencia energética, equipo sanitario y grifería de bajo consumo de agua, ventilación e iluminación natural en todas las áreas, separación de reciclaje de plásticos, aluminio y otros desperdicios, techo verde, fachada verde, paneles solares.
4. Al realizar el análisis sobre los beneficios económicos en el consumo mensual de agua y energía, se puede observar un ahorro significativo para los usuarios de estas, tanto en pago de consumo de energía eléctrica como agua potable, los ahorros además de ser económicos

se podrá observar una reducción en el consumo de los recursos naturales por parte de los residentes del edificio. La implementación de

5. La investigación realizada refleja que una combinación de las tecnologías sostenibles y los conceptos de diseño pueden lograr mayores beneficios en el uso aislados de cada uno de estos, es decir que el uso de paneles solares, calentadores de agua solar, iluminación led, entre otros tiene mayores beneficios si se integran conceptos como orientación del edificio, ubicación adecuada de ventanas, utilización de vegetación para mejorar la calidad del aire, entre otros, los cuales no tienen ningún costo económico adicional.

## 5.2 Recomendaciones

1. Se recomienda realizar el proyecto dada su factibilidad y viabilidad financiera, obteniendo recursos a través de la preventa del 30% de los apartamentos como mínimo; ya que se obtiene una mayor utilidad del proyecto en comparación con la obtención de recursos a través de un préstamo bancario, donde se reduce la utilidad.
2. Se deberán aplicar como mínimo todas las tecnologías sostenibles descritas en la propuesta del proyecto, para optar a una certificación LEED, lo que le daría al proyecto un valor agregado que equivale económicamente a un 6% más caro, si se compara con el precio de venta de los apartamentos en la ciudad de Tegucigalpa, considerando que en la actualidad ningún proyecto de esta tipología cuenta con esta certificación en el país.
3. De acuerdo a las practicas sostenibles que están siendo aplicadas en la ciudad de Tegucigalpa, es necesario que la obtención de materiales y recursos en su mayoría se obtengan de proveedores locales, como es el caso de las lámparas LEED, calentadores y paneles solares, entre otros, para poder competir con proyectos que a pesar que no buscan la sostenibilidad del mismo, poco a poco están considerando este tipo de tecnologías.
4. Se recomienda capacitar e informar a los residentes del edificio sobre los equipos instalados en el mismo, a través de un reglamento de inquilinos, para poder aprovechar al máximo los beneficios que los usuarios tendrán al aplicar tecnologías sostenibles en el proyecto propuesto, ya sea en el mejoramiento en su calidad de vida, como en ahorros económicos que lograrán mediante el uso correcto de todos los equipos que serán instalados y asegurando su vida útil realizando los mantenimientos requeridos.
5. Dado el análisis comparativo de los costos de construcción del proyecto, se recomienda la realización pronta del proyecto, debido a que los precios de los materiales de construcción varían constantemente y se debe evitar un incremento de los costos del mismo poniendo en riesgo el porcentaje de utilidad.

6. Es necesario involucrar a todas las personas en el proyecto, propietarios, diseñadores, constructores, ambientalistas, proveedores, etc.; y a su vez aplicar tecnologías sostenibles que cumplan con la reducción como mínimo del 50% de energía eléctrica con el uso de paneles y calentadores solares, iluminación de bajo consumo (lámparas led); eficiencia del agua con la implementación de un sistema de tratamiento de aguas grises para uso de jardinería e inodoros; instalación de aparatos hidrosanitarios de bajo consumo, uso de materiales ecológicos, (maderas cuya fuente sea sostenible, pinturas elaboradas sin tóxicos que dañen al ambiente) y un diseño eficiente que permita una adecuada iluminación y ventilación del edificio.

## BIBLIOGRAFÍA

Asamblea General de las Naciones Unidas. (s/f). Recuperado el 14 de octubre de 2016, a partir de <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>

Ayelén María, V., Andrea Elvira, P., & María Lorena, C. (2012). Análisis de las características morfológicas de las envolventes edilicias y del entorno urbano desde la perspectiva de la iluminación natural / Morphological analysis of building envelopes and urban environment characteristics from the perspective of natural lighting. *Ambiente Construído*, (4), 159. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212012000400011>

Bouillon, C. P. (2012). Un espacio para el desarrollo. Los mercados de vivienda en América Latina y el Caribe.

Coutiño, R. D., & Escárcega Susan Castellanos. (2009). *Desarrollo Sustentable oportunidad para la vida* (primera edición). México.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta). México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

La Gaceta. Diario Oficial de la República de Honduras. (2014, Abril).

Londoño Garcia, J. C. (2009). Un edificio verde es un edificio inteligente.

Los Condominios | Ecovivienda Fase II. (s/f). Recuperado el 20 de noviembre de 2016, a partir de <http://ecovivienda.hn/los-condominios/>

Pezzi Hernández, C. (2014). *Un Vitrubio ecológico principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible* (1a ed.). España.

¿Por qué contamina tanto la industria de la construcción? (2011, noviembre 8). Recuperado a partir de <https://arquitecturamexico.wordpress.com/2011/11/08/%c2%bfpor-que-contamina-tanto-la-industria-de-la-construccion/>

Ramírez Zarzosa, A. (2009, junio). El Movimiento de la Construcción Sostenible.

Rea, J. (2011, mayo). La necesidad de apostar por una construcción sostenible, 8.

Recalde, M. Y., Bouille, D. H., & Girardin, L. O. (2015). Limitación Para El Desarrollo De Energías Renovables En Argentina. *LIMITATIONS FOR RENEWABLE ENERGY DEVELOPMENT IN ARGENTINA (English)*, 46, 89–115. <https://doi.org/10.1016/j.rpd.2015.10.005>

Rocha Tamayo, E. (2011). Construcciones sostenibles : materiales, certificaciones y LCA, 99–116.

Rodríguez Viqueira, M., Figueroa Castrejon, A., Fuentes Freixaner, V., Castonera Espinosa, G., Huerta Velázquez, V., García Chávez, J.,... Guerrero Baca, L. F. (2006). *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. (1a ed.). México: Limusa.

Sarmiento, Y. (s/f). Tímidamente verdes.

Universidad Nacional de la Plata. (2013). *Diseño bioclimático como aporte al proyecto arquitectónico* (Primera). Editorial de la Universidad de La Plata.

Zúniga, I. (2015). *Viviendas sostenibles con requisitos de certificación LEED para viviendas en el municipio de Santa Lucía*. UNITEC.



# ANEXOS

## ANEXO 1. ENCUESTA DE MERCADO

Somos estudiantes de post grado de UNITEC, actualmente estamos realizando un Estudio de pre factibilidad sobre la implementación de las normas LEED en la tipología de edificios de apartamentos en la Ciudad de Tegucigalpa como requisito previo para la obtención del título Maestría en Administración de proyectos. Por lo que estoy solicitando su valioso apoyo respondiendo las siguientes preguntas. A continuación marque con una X la respuesta que considere la adecuada

1. ¿Actualmente alquila o posee vivienda propia?  
Alquilo \_\_\_\_\_  
Vivienda Propia \_\_\_\_\_
  
2. ¿Qué monto aproximadamente gasta mensualmente en alquiler de su vivienda?  
A. Menos de L. 4,000.00 \_\_\_\_\_  
B. L. 4,000.00 a L. 6,000.00 \_\_\_\_\_  
C. L. 6,000.00 a L. 8,000.00 \_\_\_\_\_  
D. L. 8,000.00 a L.10,000.00 \_\_\_\_\_  
E. L. 10,000.00 a L. 12,000.00 \_\_\_\_\_  
F. De 12,000.00 en adelante \_\_\_\_\_
  
3. Ingreso económico familiar.  
A. Menos de L.15,000.00 \_\_\_\_\_  
B. L. 15,000.00 a L. 25,000.00 \_\_\_\_\_  
C. L. 25,000.00 a L. 35,000.00 \_\_\_\_\_  
D. L. 35,000.00 a L.45,000.00 \_\_\_\_\_  
E. L. 45,000.00 a L. 55,000.00 \_\_\_\_\_  
F. De L 55,000 en adelante \_\_\_\_\_
  
4. ¿Cuántas personas integran su núcleo familiar (personas con las que vive)? \_\_\_\_\_
  
5. ¿Cuánto consume aproximadamente de energía eléctrica al mes?  
A. Menos de L. 500.00 \_\_\_\_\_  
B. L 500.00 a L 1,000.00 \_\_\_\_\_  
C. L. 1,000.00 a L. 1,500.00 \_\_\_\_\_  
D. L. 1,500 en adelante \_\_\_\_\_
  
6. ¿Cuánto consume aproximadamente de agua potable al mes?  
E. Menos de L. 200.00 \_\_\_\_\_  
F. L 200.00 a L 500.00 \_\_\_\_\_  
G. L. 500.00 a L 800.00 \_\_\_\_\_  
H. De 800.00 en adelante \_\_\_\_\_
  
7. Indique las tecnologías sostenibles que Ud. conoce:  
A. Energy Star  
B. Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)

- C. Green Star
- D. Ninguno

8. ¿Estaría dispuesto a vivir en un edificio de apartamentos que implemente tecnologías de sostenibilidad?  
S \_\_\_\_ N \_\_\_\_

9. De adquirir un apartamento ¿Cuál es el monto de dinero que estaría en condiciones de pagar?

- A. L. 6,000.00 a L. 8,000.00 \_\_\_\_\_
- B. L. 8,000.00 a L. 10,000.00 \_\_\_\_\_
- C. L. 10,000.00 a L. 12,000.00 \_\_\_\_\_
- D. L. 12,000.00 a L. 14,000.00 \_\_\_\_\_
- E. L. 14,000.00 a L. 16,000.00 \_\_\_\_\_
- F. De L. 16,000.00 en adelante \_\_\_\_\_

10. ¿En qué zona estaría interesado en alquilar o adquirir vivienda?

- A. Los Castaños
- B. La Hacienda
- C. Miraflores
- D. Otro

11. De adquirir un edificio de apartamentos ¿Cuántas habitaciones necesitaría? \_\_\_\_\_

12. ¿Qué calidad de ambiente interior considera que tiene actualmente en su vivienda?

- |                |             |               |            |
|----------------|-------------|---------------|------------|
| A. Ventilación | Bueno _____ | Regular _____ | Malo _____ |
| B. Iluminación | Bueno _____ | Regular _____ | Malo _____ |
| C. Ruido       | Bueno _____ | Regular _____ | Malo _____ |

13. ¿Estaría dispuesto a pagar un porcentaje más alto de dinero por vivir en un edificio amigable con ambiente? S \_\_\_\_ N \_\_\_\_

Si su respuesta es SI conteste la siguiente pregunta, de ser NO omita la siguiente pregunta

¿Qué porcentaje más de dinero estaría dispuesto a pagar?

- A. Menos del 5%
- B. 5% \_\_\_\_\_
- C. 10% \_\_\_\_\_
- D. Más del 10%

14. ¿Cuenta con equipos de aire acondicionado en su vivienda actual? SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_

15. ¿Su vivienda actual cuenta con tecnologías o características sostenibles? SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_;

Si su respuesta es sí mencione cuales \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_\_

Sexo \_\_\_\_\_

Estado Civil \_\_\_\_\_

## **ANEXO 2. ENTREVISTA EMPRESAS DEL RUBRO DE LA CONSTRUCCIÓN**

Empresa Avance Ingenieros

Gerente de Diseño y Planificación

Arq. María Fernanda Ugarte

1. ¿Aplica tecnologías sostenibles en los proyectos que usted desarrolla?

En los proyectos de la empresa desarrollados hasta el momento no se aplica ningún tipo de tecnologías sostenibles, aunque a futuro se está considerando la aplicación de estas para los nuevos proyectos.

2. ¿Hace cuánto tiempo comenzó Ud. a aplicar las tecnologías sostenibles en proyectos?

Hasta el momento no hemos aplicado tecnologías sostenibles, se espera que para mediados del próximo se pueda comenzar a implementar.

3. Según su experiencia en el desarrollo de proyectos con tecnologías sostenibles, ¿Qué nivel de aceptación ha podido observar por parte de los usuarios de este tipo de proyectos?

En este último año un porcentaje considerable de clientes han solicitado usar iluminación led en sus viviendas y aparatos sanitarios que tengan menos consumo de agua, es decir que las personas muestran un mayor interés en cuanto a la reducción del consumo de energía y agua.

4. ¿Qué beneficios ha podido observar al aplicar estas tecnologías ya sea en nuevas construcciones y en proyectos de remodelación?

Al utilizar loza sanitaria con bajo consumo de agua e iluminación led, a pesar que la reducción en el consumo no es tan significativa para que se refleje en el costo monetario, sin embargo, se puede observar una mayor satisfacción en el cliente solo con el hecho de ayudar al medio ambiente.

5. ¿Qué productos o tecnologías ha podido aplicar exitosamente?

Iluminación Led, aparatos sanitarios con bajo consumo de agua, grifería con bajo consumo de agua.

6. ¿Qué productos son reconocidos como amigables con el ambiente que son distribuidos en nuestro mercado?

Las tecnologías sostenibles más conocidas son el uso de paneles solares, calentadores de agua solares, pintura voc de sherwin Williams, inodoros y grifería de alta eficiencia y bajo consumo de agua, sistemas de recolección de aguas lluvia y sistemas de tratamiento de aguas grises.

7. ¿Considera Ud. que en nuestro medio es posible certificar que los proveedores de materiales de construcción tienen un proceso de fabricación sostenible que asegure el menor impacto ambiental posible?

Es muy difícil ya que en nuestro país no existen reglamentos que ayuden a la protección del medio ambiente en cuanto a la fabricación de materiales y productos se refiere.

8. ¿Qué proyectos habitacionales considera que han aplicado de forma correcta las normas LEED u otras prácticas sostenibles? ¿Qué prácticas han aplicado?

Hay proyectos que utilizan tecnologías sostenibles como ser Eco vivienda, sin embargo desconozco si tienen alguna certificación en cuanto al tema de sostenibilidad.

9. ¿Conoce Ud. si actualmente existe algún proyecto certificado bajo las normas LEED o que este registrado para obtención su certificación?

Si, un piso del edificio Altia en San Pedro Sula.

10. ¿Considera Ud. que los proyectos que utilizan tecnologías sostenibles tienen costos más altos que aquellos proyectos que no las utilizan? ¿Cuál es la diferencia en costos entre ambos tipos de proyectos?

Si existe una diferencia en costo, incorporar tecnologías sostenibles puede elevar el costo desde un 5%

11. ¿Cuáles han sido los mayores desafíos que ha enfrenta en la aplicación de las tecnologías sostenibles?

El mayor desafío pueden ser los costos de la implementación de materiales y tecnologías sostenibles.

## ANEXO 3 . COTIZACIONES DE SISTEMAS SOSTENIBLES

### Cotización de calentadores solare agua



Col. Palmira Ave. Republica de Chile, Casa # 218  
 Tegucigalpa, Honduras  
 Tel. (504) 2239-8213, 2232-0186, 2232-1831 Fax. ( 504) 2239-1028  
 www.solarishn.com  
 Sps: 2250-867, Danli: 2763-5297, La Ceiba: 2441-1816

Nombre/Dirección

Alejandra Caceres

.....

Página: 1 de 1

## **COTIZACION**

<i>Fecha</i>	<i>Referencia</i>
--------------	-------------------

8/12/2016

No.Docu.: 05391

Vendedor: Carlos Rene Coello P

Correo Electronico: ccoello@solarishn.com

Codigo	Cant.	Descripcion
457	1.0	COLECTOR (CR-120)200 LITROS(55GL)CHR
454	1.0	TANQUE DE 200 LITROS(55GL)CHR
718	1.0	KIT(L0011)DE CONEXION DE SISTEMA CHROMAGEN SIN TUBERIA

Gracias Por Preferirnos

Sub Total	Lps 26,017.77
-----------	---------------

Al Firmar la presente Cotizacion la Convierte en Orden de Compra

Total Impuesto	Lps 747.00
----------------	------------

Firma \_\_\_\_\_

Gran Total	Lps 26,764.77
------------	---------------

Esta Cotización Tiene Validez de 15 días

# ANEXO 4. CONFERENCIA LEED SHERWIN WILLIAMS 2016

### Construcción Sostenible Tendencias y Demanda en CA

LEED ON

Ing. Luis Pineda Estrella  
lpineda@shw.com  
lpineda@shw.com

45 minutos

### Agenda

- Situación Ambiental Mundial – Cambio Climático
- Que es LEED – Construcción Sostenible
- Tendencias de LEED – Mundial y en C.A.
- Caso Práctico Edificio LEED Gold
- Preguntas y Respuestas

45 minutos

### Emissiones Globales de CO<sub>2</sub>, por Sector

#1. Edificios  
#2. Industria  
#3. Transporte

### IMPACTO DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCION

39% de las emisiones de CO<sub>2</sub>

### IMPACTO DE LOS EDIFICIOS Y LA CONSTRUCCION

71% del uso de ENERGIA

### IMPACTO DE LOS EDIFICIOS Y LA CONSTRUCCION

40% de las materias primas

### IMPACTO DE LOS EDIFICIOS Y LA CONSTRUCCION

65% de generación de RESIDUOS

### IMPACTO DE LOS EDIFICIOS Y LA CONSTRUCCION

12% de consumo de AGUA POTABLE

155 PAISES

### CAIFICACION ECOLOGICA DE EDIFICIOS

LEED, BREEAM, Green Star, etc.

### LEED en el mundo

LEED es el programa más reconocido y más ampliamente utilizado del mundo. Con más de 72,000 proyectos certificados en más de 190 países, es con 283,000+ personas certificadas internacionalmente. LEED es un programa de certificación para Edificios, Interiores, Infraestructura y Comunidades, que guía a través de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento.

### LEED en el mundo

LEED es una marca reconocida internacionalmente en estándares de Edificios, Comunidades, e Infraestructura que están mejorando la Calidad de la Construcción.

### LEED AVANZA A LOS NEGOCIOS SANOS Y PEGUEROS

Edificio LEED es más de lo que imaginas. Un edificio LEED es más de lo que imaginas.

### LEED en el mundo

LEED es el programa más reconocido y más ampliamente utilizado del mundo. Con más de 72,000 proyectos certificados en más de 190 países, es con 283,000+ personas certificadas internacionalmente. LEED es un programa de certificación para Edificios, Interiores, Infraestructura y Comunidades, que guía a través de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento.

### 4.25 BILLION+ SQUARE FEET

### 29,000+ COMMERCIAL PROJECTS

### 79,500 REGISTERED & CERTIFIED HOMES

### 1.05 MILLION SQUARE FEET DAILY

### Ejemplo Construcción Sostenible 1

Incheon International Airport, Terminal 2  
Gensler - HMMF Consortium

### South Korea's New Sustainable City Inside An Airport

© 2015 GreenSource LLC. All rights reserved.



